

## **0.- INDEX GENERAL**



## Índex General

1. Memòria.....	10
1.1. Introducció .....	10
1.2. Objecte.....	21
1.3. Abast.....	22
1.4. Antecedents .....	23
1.5. Normes i referències.....	24
1.6. Definicions i abreviacions .....	26
1.7. Requisits de disseny.....	27
1.8. Selecció del sistema d'energia renovable a implementar .....	39
1.9. Anàlisi de solucions .....	41
1.10. Resultats finals .....	88
1.11. Conclusions .....	121
1.12. Agraïments .....	123
2. Annex 1 .....	127
2.1. Càlcul del compliment del CTE .....	127
2.2. Càlculs de necessitats de la vivenda.....	147
3. Annex 2 .....	217
3.1. Càlcul de la instal·lació solar tèrmica .....	217
4. Annex 3 .....	312
4.1. Sistema geotèrmic.....	312
5. Referències .....	342
6. Plànols.....	345
Plànol nº 1. Situació i emplaçament .....	345
Plànol nº 2. Vista en planta i perfil de la vivenda.....	346
Plànol nº 3. Façana principal de la vivenda.....	347
Plànol nº 4. Façana posterior de la vivenda .....	348
Plànol nº 5. Distribució i superfícies planta baixa .....	349
Plànol nº 6. Distribució i superfícies primera planta .....	350
Plànol nº 7. Acotació planta baixa .....	351
Plànol nº 8. Acotació primera planta.....	352
Plànol nº 9. Emplaçament instal·lació solar tèrmica.....	353
Plànol nº 10. Acotació instal·lació solar tèrmica.....	354
Plànol nº 11. Emplaçament instal·lació geotèrmica .....	355



Ruben Ferrer Amorós  
Ruben Caballero Lopez



Plànol nº 12. Diagrama enginyeria instal·lació solar tèrmica .....	356
Plànol nº 13. Diagrama enginyeria instal·lació geotèrmica .....	357
Plànol nº 14. Diagrama de procés instal·lació solar tèrmica .....	358
Plànol nº 15. Diagrama de procés instal·lació geotèrmica .....	359
7. Plec de condicions .....	363
7.1. Normativa.....	363
7.2. Plec de condicions plaques solars tèrmiques.....	364
7.3. Manteniment instal·lació i posta en marxa .....	364
7.4. Full d'especificacions tècniques de les plaques solars tèrmiques .....	391
7.5. Plec de condicions sistema geotèrmic .....	419
7.6. Full d' especificacions dels components de la instal·lació geotèrmica .....	425
8. Estat d'amidaments.....	444
8.1. Estat d'amidaments plaques solars.....	444
8.2. Estat d'amidaments geotèrmia .....	448
9. Pressupost.....	453
9.1. Partides plaques tèrmiques .....	453
9.2. Partides geotèrmia.....	458

## **1.- MEMÒRIA**



## Índex Memòria

<b>1. Memòria.....</b>	<b>10</b>
1.1. Introducció .....	10
1.1.1. Introducció a l'energia .....	10
1.1.2. Situació energètica actual .....	11
1.1.3. Energies renovables .....	13
1.1.3.1. Energia solar .....	14
1.1.3.2. Energia eòlica .....	15
1.1.3.3. Energia de la biomassa .....	16
1.1.3.4. Energia hidràulica .....	18
1.1.3.5. Energia geotèrmica .....	19
1.1.4. Avantatges i inconvenients de les energies renovables .....	19
1.2. Objecte .....	21
1.3. Abast .....	22
1.4. Antecedents .....	23
1.5. Normes i referències .....	24
1.5.1. Disposicions legals i normes aplicades .....	24
1.5.2. Bibliografia .....	24
1.5.3. Altres referències .....	24
1.5.4. Programes de càlcul .....	26
1.6. Definicions i abreviacions .....	26
1.7. Requisits de disseny .....	27
1.7.1. Requisits generals del projecte .....	27
1.7.2. Descripció arquitectònica de la vivenda .....	28
1.7.3. Descripció dels tancaments .....	32
1.7.4. Dimensions de les dependències .....	37
1.7.5. Carregues tèrmiques de la vivenda .....	38
1.8. Selecció del sistema d'energia renovable a implantar .....	39
1.9. Anàlisi de solucions .....	41
1.9.1. Solució 1: Plaques solars tèrmiques .....	41
1.9.1.1. Captadors solars .....	41
1.9.2.1. Selecció del captador solar .....	46
1.9.2.2. Connexió dels captadors solars .....	47



1.9.2.3. Selecció del tipus de connexió dels captadors solars.....	49
1.9.2.4. Tipus d'acumuladors .....	50
1.9.2.5. Tipus d'instal·lació solar tèrmica .....	54
1.9.2.6. Selecció del tipus d'acumulació .....	58
1.9.2.7. Tipus de vasos d'expansió .....	59
1.9.2.8. Selecció del tipus de vas d'expansió.....	60
1.9.2.9. Tipus de bombes de recirculació.....	61
1.9.2.10. Selecció de la bomba de recirculació.....	62
1.9.2.11. Fluid caloportador .....	62
1.9.2.12. Selecció del fluid caloportador .....	64
1.9.2.13. Sistema de calefacció .....	65
1.9.2.14. Selecció del sistema de calefacció.....	75
1.9.2. Solució 2: Bomba de calor geotèrmica .....	75
1.9.2.1. Tipus de circuit i de bescanviador soterrat.....	75
1.9.2.2. Selecció del tipus de circuit i de bescanviador soterrat .....	80
1.9.2.3. Material del bescanviador soterrat .....	80
1.9.2.4. Selecció del material del bescanviador soterrat.....	82
1.9.2.5. Bombes de calor geotèrmiques.....	82
1.9.2.6. Selecció de la bomba de calor geotèrmica .....	86
1.10. Resultats finals .....	88
1.10.1. Descripció de la instal·lació solar tèrmica.....	88
1.10.1.1. Descripció general.....	88
1.10.1.2. Emplaçament de la instal·lació.....	89
1.10.1.3. Descripció del circuit primari .....	90
1.10.1.4. Descripció del circuit d'ACS .....	102
1.10.1.5. Descripció del circuit de calefacció .....	105
1.10.2. Descripció de la instal·lació geotèrmica .....	108
1.10.2.1. Descripció general.....	108
1.10.2.2. Emplaçament de la instal·lació.....	109



---

1.10.2.3. Descripció del circuit exterior .....	110
1.10.2.4. Descripció del circuit d'ACS .....	116
1.11. Conclusions .....	121
1.12. Agraïments .....	123

**FULL D'IDENTIFICACIÓ****Dades del projecte**

**Títol del projecte:** Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS a partir d'energies renovables.

**Coordenades UTM:** 41° 36' 59" N, 0° 37' 25" E

**Dades del promotor**

**Nom i cognoms:** Lluïsa F. Cabeza Fabra i Laia Miró.

**Direcció postal:** Escola Politècnica Superior  
c/ Jaume II, 69 Campus Cappont. Despatx: CREA 0.16  
25001, LLEIDA

**Telèfon:** 973 00 35 76

**Correu electrònic:** [lcabeza@diei.udl.es](mailto:lcabeza@diei.udl.es) i [lmiro@diei.udl.cat](mailto:lmiro@diei.udl.cat)

**Dades dels projectistes**

**Nom i cognoms:** Ruben Ferrer Amorós

**N.I.F.:** 35093337-Y

**Direcció postal:** C/ Corregidor Escofet, 25113, Lleida.

**Telèfon:** 670 44 66 50

**Correu electrònic:** [rfa.alsina@gmail.com](mailto:rfa.alsina@gmail.com)

**Nom i cognoms:** Ruben Caballero Lopez

**N.I.F.:** 43729298-L

**Direcció postal:** C/Germans Pignatelli, 25001 Lleida

**Telèfon:** 637 52 65 51

**Correu electrònic:** [r\\_c\\_l609@hotmail.com](mailto:r_c_l609@hotmail.com)



---

**Signen els anteriorment mencionats:**

El promotor:

Els projectistes:

*Lluïsa F. Cabeza Fabra*

*Laia Miró*

*Ruben Ferrer Amorós*

*Ruben Caballero Lopez*



## **1. Memòria**

### **1.1. Introducció**

#### **1.1.1. Introducció a l'energia**

L'energia és la força vital de la nostra societat. De l'energia depèn la il·luminació de interiors i exteriors, l'escalfament i refrigeració de les postres vivendes, el transport de persones i mercaderies, l'obtenció de aliments i la seva preparació, el funcionament de les fàbriques, etc.

Des de fa poc més d'un segle les principals fonts d'energia eren la força dels animals i la dels homes i el calor obtingut al cremar fusta. L'enginy humà també havia desenvolupat algunes màquines amb les que aprofitava la força hidràulica per moldre cereals o preparar el ferro en les ferreries, o la força del vent en el vaixells de vela o molins de vent.

Però, la gran revolució va arribar amb la màquina de vapor, és a dir, amb la revolució industrial i des de llavors, el gran desenvolupament de la indústria i la tecnologia han canviat dràsticament, les fonts d'energia que mouen la societat moderna.

Ara, el desenvolupament d'un país, està lligat a un creixent consum d'energia de combustibles fòssils com el petroli, carbó i gas natural. En les darreres dècades, la preocupació pel medi ambient i l'alt desenvolupament econòmic, industrial i social, a més de la preocupació per l'esgotament dels combustibles fòssils, han suposat una nova tendència per les energies renovables i la cerca de mètodes de màxim aprofitament.



### 1.1.2. Situació energètica actual

Un dels grans problemes de la humanitat durant l'últim segle, degut al creixement de població i l'alt nivell de confort disponible per a la vida quotidiana dels països industrialitzats, és la seva dependència dels combustibles fòssils per fer front a la gran demanda energètica mundial.

S'ha arribat al punt de que el 85% de l'energia consumida a nivell mundial, correspon a combustibles fòssils com podem veure a la Figura 1.

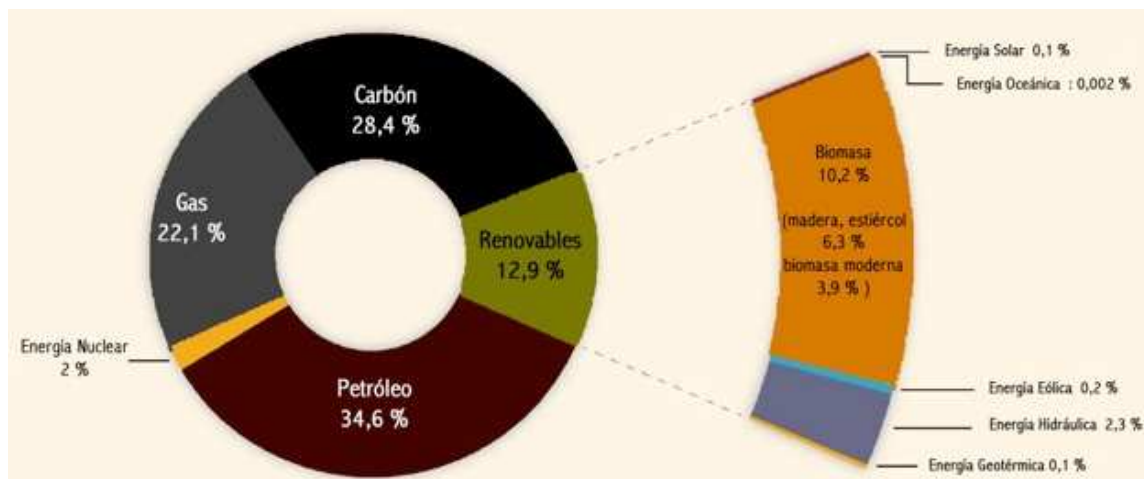


Figura 1- Consum mundial d'energia primària [10]

A causa d'aquest creixement en la necessitat d'energia, el petroli s'ha convertit en el combustible per excel·lència i es el referent energètic mundial, fins i tot, alguns sectors industrials son totalment dependents d'aquest combustible.

Darrere del petroli i ordenats pel seu consum es troba el carbó, el gas natural i la nuclear, com podem comprovar, tots ells combustibles fòssils o combustibles que produeixen residus molt contaminants i peril·losos.

Els combustibles fòssils són una font d'energia contaminant i limitada, és a dir, donat el ritme frenètic de consum d'aquest tipus de combustible, s'han fet algunes estimacions de la vida aproximada dels combustibles fòssils com es pot veure a la Taula 1.



Combustible	Anys
Petroli	32
Carbó	225
Gas natural	52
Urani i Plutoni	90

*Taula 1-Vida aproximada dels combustibles fòssils [11]*

Entre tots aquests combustibles, són els responsables del 80% del diòxid de carboni que s'emet a l'atmosfera cada any, gas causant del gran problema de contaminació que sofreix el planeta en l'actualitat com son l'efecte hivernacle i l'escalfament global del planeta.

Veient els dos problemes mes importants que tenen els combustibles fòssils com són la contaminació i la seva vida limitada, es pot concloure que la situació energètica mundial actual és insostenible i requereix de solucions fermes i immediates.

És per aquest motiu, que en els últims anys, els països més industrialitzats i per tant, els més causants dels problemes abans esmentats, estan impulsant una sèrie de mesures pel tal de apostar per la utilització de fonts d'energia renovables com són l'energia solar, del vent, de l'aigua, de matèria orgànica o el calor emmagatzemat a la terra, totes elles fonts d'energia il·limitades i amb capacitat natural de regeneració.

Aquestes mesures impulsades, comportaran un augment de les energies renovables i per tant, una reducció de l'ús de combustibles fòssils i consegüentment una reducció d'emissió de gasos contaminants a l'atmosfera.





### 1.1.3. Energies renovables

Les energies renovables es caracteritzen perquè són fonts d'energia que de manera natural i periòdica es posen a disposició de l'home. És a dir, es renoven de forma contínua i tenen un comportament oposat al dels combustibles fòssils, que s'extingeixen en un termini de temps més o menys llarg.

Es consideren energies renovables aquelles que tenen el seu origen en la radiació solar. Això significa que no només és renovable l'energia solar produïda directament per la radiació de la llum sinó que també són energies renovables, desencadenades per l'escalfament de la superfície de la Terra, l'energia hidràulica i l'eòlica.

Així, s'acostumen a considerar energies renovables les que aparentment són inesgotables al ser causades per fenòmens físics de gran envergadura com la geotèrmica i les mareas.

A Espanya, les energies renovables, suposen un 11,3% del total del consum d'energia primària a l'any 2010, com podem veure a la Figura 2, una dada per tant, molt propera al 12% establert com objectiu per al 2010 a la Cambra del Clima celebrada a Kyoto.

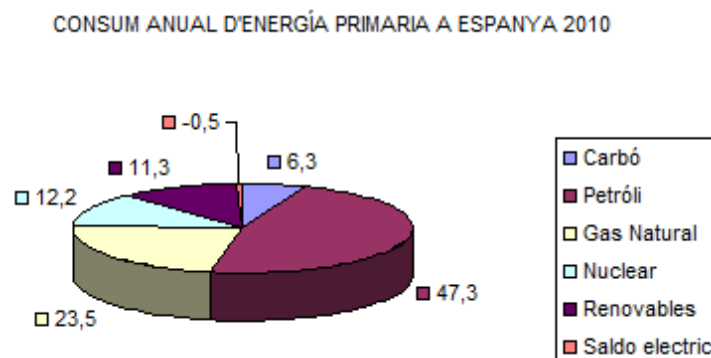


Figura 2- Consum energètic primari a Espanya [12]



Les renovables més importants al nostre país, com es pot veure a la Figura 3 són:

- ✓ L'energia de la biomassa, que és la mes consumida amb un 38,28%.
- ✓ La eòlica, que representa el 25,21% del consum.
- ✓ La hidràulica i mini hidràulica que suposa el 18,44% del consum.
- ✓ L'energia solar tèrmica i la geotèrmia només signifiquen el 1,19% i 0,07% respectivament del consum d'energies renovables.

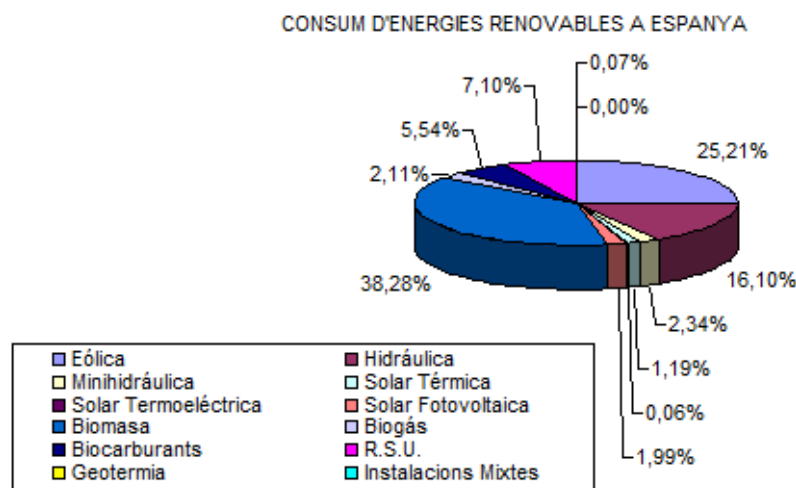


Figura 3-Consum d'energies renovables a Espanya [13]

Les energies renovables que actualment estan essent explotades al nostre país són l'energia solar, eòlica, biomassa, hidràulica i geotèrmica que tot seguit es descriuen en que consisteix cadascuna d'elles.

#### 1.1.3.1. Energia solar

L'energia solar és l'energia obtinguda mitjançant la captació de la llum i l'escalfor emesos pel Sol. La radiació solar que arriba a la terra, pot aprofitar-se per mitja del calor que produeix a través de l'absorció de la radiació, per exemple en dispositius òptics o d'un altre tipus.

La radiació es aprofitable en les seves components directa i difusa o la suma d'ambdues. La radiació directa és la que arriba directament del focus solar,

sense reflexions o refraccions intermèdies mentre que la difusa es la que arriba alterada per les accions de reflexió i refracció en l'atmosfera, els núvols o altres elements atmosfèrics.

La radiació directa es la mes aprofitable ja que al esser una radiació directa es pot concentrar per a la seva utilització. En la Figura 4, es pot observar la distribució de temperatures en tot el mon en funció de la situació geogràfica.

Es pot observar molt clarament com les zones mes càlides son les properes a l'equador i les mes fredes les mes properes als casquets polars.

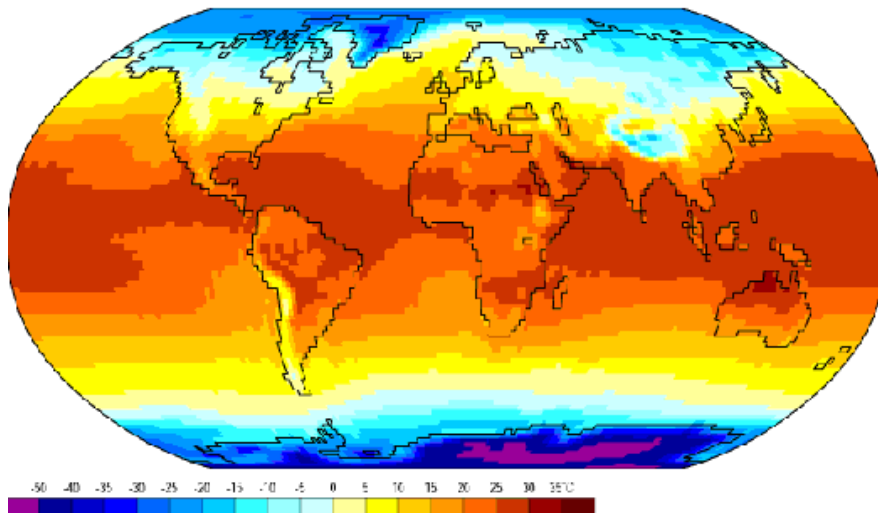


Figura 4-Distribució mundial de temperatures [3]

### 1.1.3.2. Energia eòlica

L'energia eòlica és l'energia obtinguda del vent, és a dir, l'energia cinètica generada per l'efecte de les corrents d'aire i que és transformada en altres formes útils per a les activitats humanes.

En l'actualitat, l'energia eòlica està essent utilitzada a gran escala per produir energia elèctrica mitjançant agrupacions d'aerogeneradors (parcs eòlics), com es pot veure a la Figura 5, amb l'objectiu d'aportar energia elèctrica a la xarxa.

Com generalment fa més vent a l' hivern que a l'estiu i amb l'energia fotovoltaica passa al contrari, els aerogeneradors poden ser el complement perfecte per instal·lacions fotovoltaiques en llocs amb condicions adequades.



*Figura 5-Parc eòlic [4]*

#### **1.1.3.3. Energia de la biomassa**

L'idea d'aprofitar la biomassa amb finalitats energètiques no és nova. Des de fa molts anys, l'ésser humà ha utilitzat com combustible fusta i excrements dessecats dels ramats.

El concepte de biomassa és molt extens i comprèn tot tipus de matèria orgànica, tant d'origen vegetal com animal, i està formada gràcies a la fotosíntesis.

La major part dels components de la biomassa es poden utilitzar com combustibles, cremant-los o transformant-los en altres formes de combustible com el biogàs o biocombustibles. La biomassa té un balanç neutre en emissions de CO<sub>2</sub>.

Realitzada en les condicions adequades, la combustió de biomassa produeix aigua i CO<sub>2</sub>, però la quantitat emesa d'aquest gas (principal responsable de l'efecte hivernacle), va ser captada prèviament per les plantes durant el seu creixement.



Es a dir, el CO<sub>2</sub> de la biomassa viva forma part d'un flux de circulació natural entre l'atmosfera i la vegetació, pel que no suposa un increment del gas hivernacle a l'atmosfera, sempre que la vegetació es renovi a la mateixa velocitat que es degrada.

A partir de la Taula 2, es poden veure els poders calorífics de diferents tipus de biomassa que es poden utilitzar amb aquest tipus d'energia.

PODERS CALORÍFICS DE DIFERENTS TIPUS DE BIOMASSA					
Producte	PCS (Kcal/kg) Humitat = 0 %	PCI a la humitat x (Kcal/kg)			
Llenyes y branques		x (%)	PCI	x (%)	PCI
Coníferes	4950	20	3590	40	2550
Fronzoses	4600	20	3331	40	2340
Serradures i encenalls					
Coníferes	4880	15	3790	35	2760
Fronzoses autòctones	4630	15	3580	35	2600
Fronzoses tropicals	4870	15	3780	35	2760
Escorça					
Coníferes	5030	20	3650	40	2650
Fronzoses	4670	20	3370	40	2380
Vinya					
Sarments	4560	20	3280	40	2310
Branquell de raïm	4440	25	2950	50	1770
Pinyola de raïm	4820	25	3240	50	1960
Oli					
Os	4960	15	3860	35	2810
Closca fruits secs					
Ametlla	4760	10	3940	15	3690
Avellana	4500	10	3710	15	3470
Pinyó	4930	10	4060	15	3830
Cacauet	4250	10	3480	15	3260
Palla de cereals	4420	10	3630	20	3160
	4420	30	2700		
Cascarilla d'arròs	4130	10	3337	15	3150
Gira-sol					
Residu del camp	4060	10	3310	15	3090

Taula 2-Poders calorífics de diferents tipus de biomassa [14]

#### 1.1.3.4. Energia hidràulica

El Sol és l'origen d'aquesta font d'energia ja que al evaporar l'aigua del oceans, llacs i rius dóna lloc al cicle de l'aigua. L'aigua en el seu recorregut per la superfície terrestre, degut a la gravetat, tendeix a ocupar les posicions baixes i l'energia que aquestes caigudes produeixen és explotable per les centrals hidroelèctriques.

Per a poder aprofitar l'aigua amb finalitats de producció d'energia es necessita establir un circuit hidràulic compost per una presa que faci de barrera a l'aigua i els circuits d'entrada, de conducció forçada i de sortida de l'aigua.

L'aigua és derivada i a pressió fins la central, on fa girar les turbines que alhora fan girar els alternadors, que són els encarregats de generar energia elèctrica mitjançant la seva rotació, tot això queda il·lustrat a la Figura 6.

De totes les fonts d'energia renovables, la hidràulica va ésser la primera que va assolir un desenvolupament a gran escala.

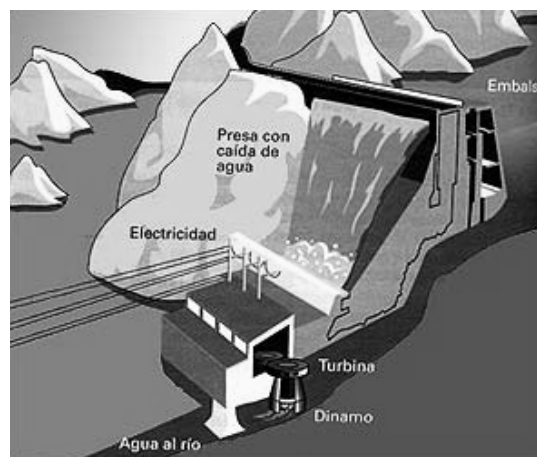


Figura 6-Circuit hidràulic per a generació d'energia [5]

### 1.1.3.5. Energia geotèrmica

L'energia geotèrmica correspon a l'energia calorífica continguda a l'interior de la Terra que es transfereix per conducció tèrmica cap a la superfície, la qual és un recurs parcialment renovable i d'elevada disponibilitat.

L'energia geotèrmica es pot classificar segons la temperatura del fluid caloportador, i aquest potser de alta, mitja o baixa temperatura depenent de la tipologia del jaciment geotèrmic.

En la Figura 7, es poden observar les diferents tipologies de jaciments geotèrmics disponibles en el continent europeu.

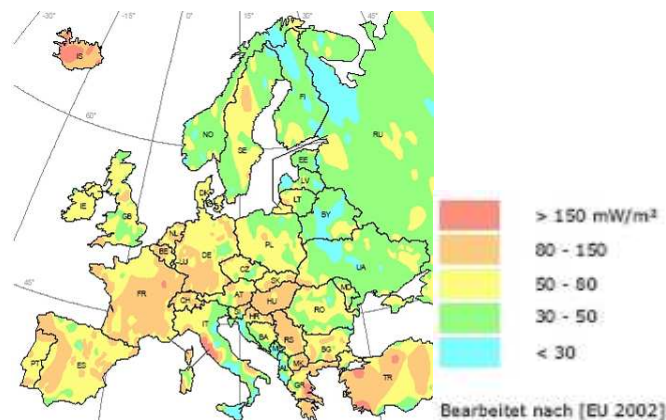


Figura 7-Disponibilitat de jaciments geotèrmics a Europa [6]

### 1.1.4. Avantatges i inconvenients de les energies renovables

El principals avantatges i possibles inconvenients de les energies renovables respecte els combustibles fòssils es descriuen tot seguit a la Taula 3 per tenir una visió clara de la imperiosa necessitat d'apostar per les energies renovables i començar a ser menys dependents del combustibles fòssils.

	Energies renovables	Energies convencionals
<b>AVANTATGES MEDIAMBIENTALS</b>	No produeixen emissions de CO <sub>2</sub> i altres gasos contaminants a l'atmosfera	Són les causants de la major part d'emissions de CO <sub>2</sub> a l'atmosfera

	Energies renovables	Energies convencionals
<b>AVANTATGES MEDIAMBIENTALS</b>	Com no són contaminants, tampoc generen cap tipus de residu de difícil tractament	Els residus de l'energia nuclear suposa una amenaça per a tots el humans durant centenars de anys
	Són energies considerades inesgotables per la auto regeneració	La vida dels combustibles fòssils és limitada
<b>AVANTATGES ESTRATÈGICS</b>	Són energies autòctones de cada zona	Els combustibles fòssils estan distribuïts en un determinat i minoritari nombre de països
	Disminueixen la dependència exterior i per tant, cada país es podria tornar autosuficient	Els combustibles fòssils, són importats dels països privilegiats que en disposen
<b>AVANTATGES SOCIOECONÒMICS</b>	Originen mes llocs de treballs que les energies convencionals	Creen molts pocs llocs de treball respecte al volum de negoci que genera
	A Espanya, s'han originat un gran desenvolupament de tecnologies pròpies per aquest sector	Utilitzen, en la seva major part tecnologia importada dels països productors de combustibles fòssils

Taula 3-Resum d'avantatges i inconvenients de les energies renovables



## 1.2. Objecte

El present projecte té per objectiu el disseny de dos sistemes diferents d'energies renovables per a la rehabilitació del sistema de calefacció i ACS d'una vivenda unifamiliar construïda l'any 2007, ubicada en el barri dels Magraners, de la ciutat de Lleida.

L'estudi realitzat compren una sèrie de justificacions tècniques i càlculs que ens permetran determinar quin tipus d'energia renovable escollir i determinar si utilitzem un sistema amb el recolzament del sistema actual (actualment consta de caldera de gas) o si pel contrari, es decideix per un sistema completament autònom.

Es busca un sistema ajustat a les necessitats de l'edifici i que no estigui sobre dimensionat, de manera que es faci una inversió lo mes ajustada possible.

L' interès, principalment d'estalvi energètic i preocupació pel medi ambient, seran els factors determinants a l'hora de dissenyar un sistema de calefacció i ACS amb energies renovables, amb la finalitat de reduir el consum d'energia i les emissions de gasos contaminants a l'atmosfera sense perdre prestacions en el confort.

### 1.3. Abast

En el present document es pretén desenvolupar els càlculs i especificacions necessàries, així com les característiques tècniques per poder dur a terme el disseny de la instal·lació de calefacció i ACS pel sistema de plaques solars tèrmiques i pel sistema geotèrmic.

Es realitzarà un estudi previ per tenir un coneixement arquitectònic de la vivenda i així poder realitzar els càlculs de la demanda energètica.

Es farà una descripció de les diferents alternatives de sistemes d'energia renovables que existeixen i es valoraran en funció de les necessitats del projecte per a trobar la més idònia.

Una vegada triades les dues opcions, es procedirà a descriure de forma descriptiva i tècnicament, els sistemes escollits i dissenyar les instal·lacions pel seu bon funcionament.

Per últim es farà un estudi econòmic de l'amortització dels dos sistemes escollits, per poder valorar si son econòmicament viables.

No es realitzarà la refrigeració de la vivenda.

La instal·lació elèctrica i els ramals de connexió als punts de l'aigua de la xarxa no son part de l'abast d'aquest projecte.

No es realitzaran els temes relacionats amb la regulació, muntatge i manteniment.

No es realitzarà el circuit intern de calefacció ja que s'aprofita el circuit existent actualment.

Al ser un projecte de disseny i no d'implementació, no entra en l'abast la execució i direcció d'obres.



#### 1.4. Antecedents

La vivenda objecte del projecte es troba a la localitat de Lleida. La casa a tractar disposa d'una planta baixa més una primera planta, amb un total de 94 m<sup>2</sup>, repartits en 50 m<sup>2</sup> i 44 m<sup>2</sup> respectivament, com es poden veure als plànols de distribució.

La vivenda està situada entre dues vivendes (veure Figura 8) i la seva façana principal té una orientació nord est.



*Figura 8-Ubicació de la vivenda*

Pel que fa a la seva distribució interior, la planta baixa disposa d'un menjador, un lavabo, un distribuïdor i una cuina mentre que la primera planta disposa de tres dormitoris, un lavabo, un traster i dos distribuïdors.

L'actual sistema de calefacció i ACS es mitjançant una caldera de gas natural distribuït amb radiadors.



## 1.5. Normes i referències

### 1.5.1. Disposicions legals i normes aplicades

Les normes i reglaments legals utilitzats al llarg de l'execució del present projecte han estat les següents:

UNE 157001 Criterios generales para la elaboración de proyectos.

Codi Tècnic de l'edificació – Document Bàsic HE Estalvi d'energia.

Reglamento de las Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) i Instrucciones Técnicas Complementarias.

UNE 100-002-88 Climatització. Graus-dia base 15 °C.

UNE 100030 Guia per la prevenció i control de la legionel·la en instal·lacions.

### 1.5.2. Bibliografia

La bibliografia utilitzada al llarg de l'execució del present projecte ha estat la següent:

1. Sistemes de fred i climatització, L. Cabeza, 2005.
2. Producció d'energia tèrmica, L. Cabeza, 2005.
3. Jornada instal·lacions de geotèrmia, Jordi Espiell i Jaume Badia, 2010

### 1.5.3. Altres referències

1. Disseny d'una instal·lació solar tèrmica per A.C.S. i calefacció en una casa prefabricada, a Lleida. PFC de Lidia Bertran, 2009.
2. Disseny d'una instal·lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotèrmica, en una vivenda situada a Alcoletge. PFC de Oriol Macarulla i Alberto Velez, 2007
3. Departament de geografia. Universitat de Oregon
4. <http://www.renovablesverdes.com>
5. <http://www.dforcesolar.com>

6. <http://www.renovables-energia.com>
7. <http://perso.wanadoo.es/instalmoder/CALEFACCION.htm>
8. <http://www.plasticbages.com>
9. <http://www.valgroup.es>
10. IPCC SRREN
11. British Petroleum
12. Secretaria d' estat de l'energia
13. IDAE, Institut per la diversificació i estalvi d'energia
14. IER, Institut d'energies renovables
15. CTE, Codi tècnic de l'edificació
16. <http://www.caloryfrio.com>
17. <http://www.fagorconfort.com>
18. CTE, Codi tècnic de l'edificació
19. RITE, Reglament d'instal·lacions tèrmiques als edificis
20. ASHRAE, American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning
21. <http://www.geoprodesign.com>
22. <http://www.immosolar.com>
23. <http://www.vaillant.es>
24. A.A.V.V., ASHRAE 2000 HVAC Fundamentals Handbook
25. <http://www.ecral.cl>
26. <http://www.sonnenkraft.es>
27. <http://www.unidelta.com>

#### 1.5.4. Programes de càlcul

Els programes de càlcul utilitzats en el desenvolupament del present projecte han estat els següents:

**Microsoft Excel:** programa que permet realitzar diferents càlculs i taules de càlcul.

**Microsoft Word:** Editor de text.

**Autocad:** Programa de disseny gràfic.

**LIDER:** Programa per comprovar el compliment del CTE-HE1.

**VpClima:** Càlcul de les càrregues tèrmiques en edificis.

#### 1.6. Definicions i abreviacions

PFC, projecte final de carrera.

RITE, reglament de instal·lacions tèrmiques en els edificis.

ACS, aigua calenta sanitària.

IPCC SRREN: Intergovernmental Panel on Climate Change Special Report on Renewable Energy Sources.

IDAE, Institut per la diversificació i estalvi d'energia.

IER, Institut d'energies renovables.

CCP, concentradores cilíndric – parabólicos

ASHRAE, American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning

## 1.7. Requisits de disseny

### 1.7.1. Requisits generals del projecte

En el projecte, caldrà dissenyar una instal·lació de calefacció i ACS d'una vivenda unifamiliar actualment ja construïda i amb sistema de calefacció i ACS instal·lat, mitjançant caldera de gas natural i radiadors d'alumini com a elements emissors.

La instal·lació dissenyada haurà de garantir el confort i la qualitat de vida dels seus ocupants i també haurà de produir un estalvi econòmic anual respecte al sistema ja instal·lat, que sigui susceptible de compensar la inversió inicial generada per la nova instal·lació.

En el disseny de la instal·lació, s'ha considerat un nombre de ocupants de 4 persones (1 habitació doble i 2 habitacions individuals) durant tot l'any i de manera continuada.

El disseny de la instal·lació complirà amb totes les normatives generals respecte a calefacció i ACS i amb les normatives pròpies de la zona de la vivenda objecte del projecte.

El disseny de la instal·lació s'intentarà que tingui el menor impacte visual de l'actual estètica de la vivenda.

Finalment, el projecte no tindrà un valor de pressupost limitat respecte a la inversió inicial, però si es considera imprescindible que amb la nova instal·lació s'aconsegueixi un retorn de la inversió lo suficientment ràpid per poder amortitzar la inversió abans d'arribar a la fi de la vida útil dels elements de la instal·lació dissenyada.



### 1.7.2. Descripció arquitectònica de la vivenda

La vivenda objecte d'aquest estudi es troba ubicada al terme municipal de Lleida, al barri dels Magraners, comarca del Segrià. La vivenda es troba a una altitud aproximada de 182 m per sobre el nivell del mar. La latitud és de 41° 36' 59" N i la longitud és de 0° 37' 25" E segons la UNE 100-002-88. La seva situació queda reflectida al plànol 1, en l'apartat de plànols.

La façana principal de la vivenda està orientada cap al Nord - Est i la façana posterior cap al Sud - Oest. Aquestes dues façanes són les úniques de les quatre parets que son exteriors, ja que la vivenda, pels costats esta en contacte directe amb els veïns, compartint amb aquestos les parets mitjaneres entre vivendes.

La façana Nord - Est està rematada amb una acabat de morter monocapa d'àrids lleugers de color vermellós amb un recobriment de pedra a la part baixa de la façana d'un metre d'alçada i una altra franja de 250 mm d'ample a uns tres metres d'alçada.

La façana Sud - Oest esta acaba integrament de d'alt a baix amb maó massís de cara vista. Les façanes de la vivenda es poden veure a la (Figura 9).

FAÇANA NORD-EST



FAÇANA SUD-OEST



*Figura 9-Vistes de les façanes exteriors de la vivenda*



La vivenda consta de dues plantes amb una superfície útil total de 94 m<sup>2</sup>, repartits en 50 m<sup>2</sup> la planta baixa i 44 m<sup>2</sup> la primera planta. També disposa de una terrassa exterior a la planta baixa de 20 m<sup>2</sup>.

Els accessos a la vivenda són a peu de carrer. L'accés a la vivenda és mitjançant la porta de entrada a la terrassa exterior i des de la terrassa, a través de la porta principal s'accedeix al menjador. (Figura 10)

ENTRADA TERRASSA



ENTRADA PRINCIPAL

*Figura 10-Vistes de entrada terrassa i entrada principal*

Els fonaments de la vivenda estan formats per sabates corregudes, que són les encarregades de suportar els murs de carrega.

Els forjats són unidireccionals, compostats de biguetes prefabricades pretensades amb alleugerant ceràmic i capa de compressió amb la armadura corresponent. El total del forjat és de 250 mm de cantell.

La coberta es compon de dues zones totalment diferenciades. A la part Nord - Est de la vivenda, la teulada és a dues aigües amb teula de fang cuit a sobre del forjat de la coberta.

A la part Sud - Oest de la vivenda, la coberta és plana no transitable formada per un forjat igual al terra de la primera planta, amb acabat de gravilla.



La vivenda es distribueix de la forma següent:

Planta baixa:

- ✓ Menjador: Situat a la façana Nord - Est, es la estança per on s'entra a la vivenda i comunica amb el distribuïdor 1 i la planta primera mitjançant les escales. Disposa d'una finestra de 1,31 x 1,15m.
- ✓ Distribuïdor 1: Situat a la paret mitjanera amb orientació Sud - Est, és una estança de pas que comunica el menjador, el lavabo i la cuina que són les tres estances de la planta baixa.
- ✓ Lavabo: Estança situada a la paret mitjanera amb orientació Nord - Oest, està entre el menjador i la cuina. No disposa de finestres pel que té una ventilació per conducte amb sortida a la teulada. El lavabo de la planta baixa disposa de wàter, rentamans, bidet i banyera.
- ✓ Cuina: Situada a la façana Sud - Oest, esta comunicada mitjançant el distribuïdor 1 amb la resta de la planta. A la cuina es troba la caldera de gas natural que te instal·lada la vivenda actualment.

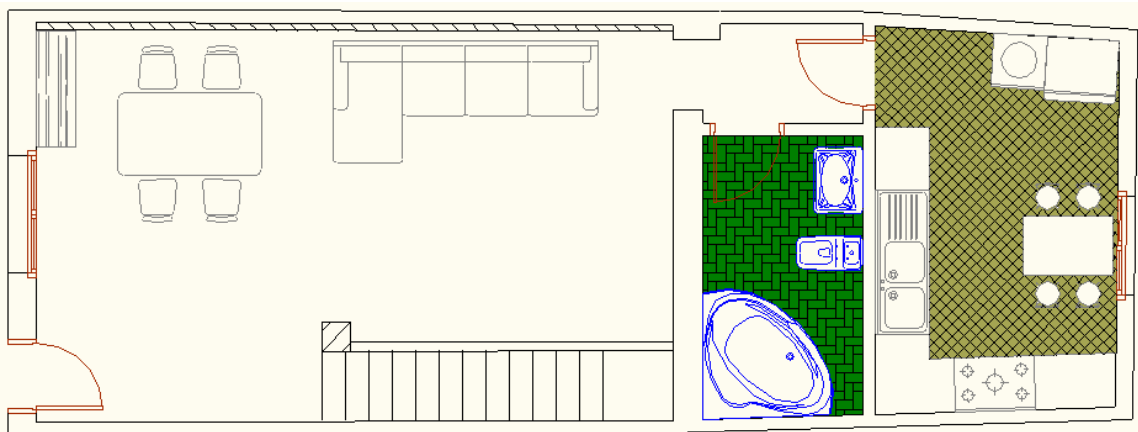


Figura 11-Planta baixa



### Primera planta:

- ✓ Distribuïdor 2: És una estança de pas que comunica les escales amb algunes estances de la primera planta com són el dormitori 1, el lavabo, el traster i el distribuïdor 3.
- ✓ Distribuïdor 3: Es una estança de pas que comunica els dormitoris 2 i 3 amb el distribuïdor 2.
- ✓ Dormitori 1: Situat a la façana Nord - Est, disposa de dues finestres de 0,7x1,15 i 1,02x1,15. És un dormitori doble.
- ✓ Dormitori 2: Situat a la façana Sud - Oest, disposa de una finestra de 1x1,15m. Es un dormitori simple.
- ✓ Dormitori 3: Situat a la façana Sud - Oest, disposa d'una balconera de 0,8x2,1m amb un balcó de uns 3 m<sup>2</sup>. És un dormitori simple.
- ✓ Lavabo: Estança situada a la paret mitjanera amb orientació Sud - Est, esta entre el dormitori 1 i el traster. No disposa de finestres amb lo qual té una ventilació per conducte amb sortida a la teulada. El lavabo de la primera planta disposa de wàter, rentamans, bidet i plat de dutxa.
- ✓ Traster: Estança situada a la paret mitjanera amb orientació Sud - Est, està entre el lavabo i el dormitori 3. No disposa de finestres pel que té una ventilació per conducte amb sortida a la teulada. Estança destinada per a ubicació de rentadora, assecadora, estenedor, etc.

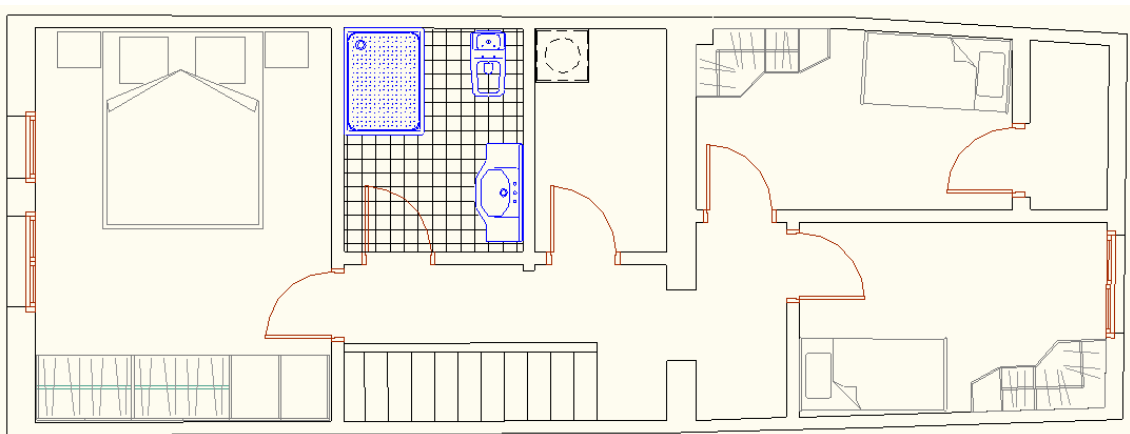


Figura 12-Primera planta



### 1.7.3. Descripció dels tancaments

Considerem els tancaments com a totes aquelles parets, murs, portes o finestres que delimiten la superfície i el volum d'un edifici. Els diferents materials constructius utilitzats en els tancaments es poden trobar de la Taula 4 complint la normativa actual HE1 del Codi Tècnic de l'Edificació.

Tancaments	U màxima projecte (W/m <sup>2</sup> K)	U màxima HE 1 (W/m <sup>2</sup> K)
Mur exterior frontal planta baixa	0,50	0,86
Mur exterior frontal primera planta	0,55	
Mur exterior dorsal planta baixa	0,55	
Mur exterior dorsal primera planta	0,55	
Coberta plana no transitable	0,39	0,49
Coberta inclinada	0,39	
Terra	0,50	0,64
Vidres (Sèrie Ebro 52 RPT 4-12-4)	1,70	3,5

Taula 4-Tancaments [15]

L'intercanvi de flux entre l'interior i l'exterior de l'edificació es produeix a través dels tancaments. Per tal de conèixer la quantitat de flux que passa a través de cadascun d'ells, es defineix, per a cada material constructiu el que s'anomena conductivitat tèrmica Equació 1, que juntament amb l'espessor de l'esmentat material, permet trobar el coeficient de transmissió tèrmica.

De la suma dels coeficients de transmissió de cada material, en resulta el coeficient de transmissió del tancament.

Seguidament, es descriuen els diferents tancaments classificats en tancaments exteriors (Taula 5), tancaments en contacte amb el veí (Taula 6), tancaments interiors (Taula 7), forjats (Taula 8) i cobertes (Taula 9) que s'han utilitzat en la vivenda del present projecte i que s'han fet servir en els càlculs posteriors

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_1} + \sum \frac{e}{\lambda} + \frac{1}{h_2}}$$

Equació 1



On:

 $U = \text{Transmitància tèrmica } \left( \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \right)$  $h_1 = \text{resistència tèrmica superficial interior } \left( \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{C}} \right)$  $h_2 = \text{resistència tèrmica superficial exterior } \left( \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{C}} \right)$  $e = \text{gruix de cada material del tancament } (m)$  $\lambda = \text{conductivitat tèrmica de cada material } \left( \frac{\text{W}}{m \cdot K} \right)$ 

	Material	Espessor e (m)	Conductivitat tèrmica $\lambda$ (W/m K)	U (W/m <sup>2</sup> K)
Tancaments Extérieurs	<b>Tancament exterior NE</b>			
	Emblanquinat de guix	0,015	0,570	0,50
	1/2 Peu LP mètric català 40 mm < G < 60 mm	0,140	0,695	
	EPS Poliestirè Expandit	0,04	0,029	
	1/2 Peu LP mètric català 40 mm < G < 60 mm	0,140	0,695	
	Mortor d'àrids lleugers	0,015	0,410	
		<b>0,350</b>		
	<b>Tancament exterior SO_1</b>			
	Plaqueta o rajola ceràmica	0,020	1,000	0,55
	Mortor de ciment o cal	0,015	0,410	
	Tàbic d'LH senzill 40 mm < Espessor < 60 mm	0,040	0,444	
	EPS Poliestirè Expandit	0,04	0,029	
	1/2 Peu LM mètric català 40 mm < G < 60 mm	0,115	0,991	
		<b>0,230</b>		
	<b>Tancament exterior SO_2</b>			
	Emblanquinat de guix	0,015	0,570	0,56
	Tàbic d'LH senzill 40 mm < Espessor < 60 mm	0,040	0,444	
	EPS Poliestirè Expandit	0,04	0,029	
	1/2 Peu LM mètric català 40 mm < G < 60 mm	0,115	0,991	
		<b>0,210</b>		

Taula 5-Tancaments exteriors



Ruben Ferrer Amorós  
Ruben Caballero Lopez



	Material	Espessor e (m)	Conductivitat tèrmica $\lambda$ (W/m K)	U (W/m <sup>2</sup> K)
Tancaments amb contacte amb el veí	Tancament exterior veí 1			
	Placa de guix laminada (PYL)	0,010	0,250	0,55
	EPS Poliestirè Expandit	0,04	0,029	
	1/2 Peu LP mètric català 40 mm < G < 60 mm	0,140	0,695	
	Emblanquinat de guix	0,015	0,570	
		0,205		
	Tancament exterior veí 2			
	Emblanquinat de guix	0,015	0,570	0,55
	EPS Poliestirè Expandit	0,040	0,029	
	1/2 Peu LP mètric català 40 mm < G < 60 mm	0,140	0,695	
	Emblanquinat de guix	0,015	0,570	
		0,210		
	Tancament exterior veí 3			
	Plaqueta o rajola ceràmica	0,020	1,000	0,55
	Mortor de ciment o cal	0,015	0,410	
	EPS Poliestirè Expandit	0,040	0,029	
	1/2 Peu LP mètric català 40 mm < G < 60 mm	0,140	0,695	
	Emblanquinat de guix	0,015	0,570	
		0,230		

Taula 6-Tancaments en contacte amb el veí

	Material	Espessor (m)	Conductivitat tèrmica $\lambda$ (W/m K)	U (W/m <sup>2</sup> K)
Tancaments interiors	Tancament interior 1			
	Plaqueta o rajola ceràmica	0,020	1,000	2,20
	Morter de ciment o cal	0,015	0,410	
	1/2 Peu LP mètric català 40 mm < G < 60 mm	0,140	0,695	
	Emblanquinat de guix	0,015	0,570	
		0,190		
	Tancament interior 2			
	Plaqueta o rajola ceràmica	0,020	1,000	1,47
	Morter de ciment o cal	0,015	0,410	
	1/2 Peu LP mètric català 40 mm < G < 60 mm	0,140	0,695	
	Morter de ciment o cal	0,010	0,410	
	1/2 Peu LP mètric català 40 mm < G < 60 mm	0,140	0,695	
	Emblanquinat de guix	0,015	0,570	
		0,340		



	Material	Espessor (m)	Conductivitat tèrmica λ (W/m K)	U (W/m² K)
Tancaments interiors	Tancament interior 3			
	Plaqueta o rajola ceràmica	0,020	1,000	2,06
	Morter de ciment o cal	0,015	0,410	
	1/2 Peu LP mètric català 40 mm < G < 60 mm	0,140	0,695	
	Morter de ciment o cal	0,015	0,410	
	Plaqueta o rajola ceràmica	0,020	1,000	
		0,210		
	Tancament interior 4			
	Plaqueta o rajola ceràmica	0,020	1,000	2,41
	Morter de ciment o cal	0,015	0,410	
	Tàbic d'LH doble 60 mm < Espessor < 90 mm	0,070	0,432	
	Emblanquinat de guix	0,015	0,570	
		0,120		
	Tancament interior 5			
	Emblanquinat de guix	0,015	0,570	2,60
	Tàbic d'LH doble 60 mm < Espessor < 90 mm	0,070	0,432	
	Emblanquinat de guix	0,015	0,570	
		0,100		
	Tancament interior 6			
	Emblanquinat de guix	0,015	0,570	1,54
	1/2 Peu LP mètric català 40 mm < G < 60 mm	0,140	0,695	
	Morter de ciment o cal	0,010	0,410	
	1/2 Peu LP mètric català 40 mm < G < 60 mm	0,140	0,695	
	Emblanquinat de guix	0,015	0,570	
		0,320		

Taula 7-Tancaments interiors

	Material	Espessor e (m)	Conductivitat tèrmica $\lambda$ (W/m K)	U (W/m² K)
Forjats	Terra planta baixa parquet			
	Taulell de fibres inclòs MDF	0,019	0,200	0,58
	EPS Poliestirè Expandit	0,04	0,029	
	Formigó en massa	0,150	2,000	
		0,209		
	Terra planta baixa rajola			
	Plaqueta o rajola ceràmica	0,020	1,000	0,50
	Morter de ciment o cal	0,015	0,410	
	EPS Poliestirè Expandit	0,05	0,029	



	Material	Espessor e (m)	Conductivitat tèrmica $\lambda$ (W/m K)	U (W/m <sup>2</sup> K)
Forjats	Formigó en massa	0,150	2,000	0,50
		<b>0,235</b>		
	<b>Terra planta baixa parquet</b>			
	Taulell de fibres inclòs MDF	0,019	0,200	0,51
	EPS Poliestirè Expandit	0,04	0,029	
	FU Entrebigat ceràmic -cantell 250 mm-	0,250	0,908	
	Emblanquinat de guix	0,015	0,570	
		<b>0,324</b>		
	<b>Terra planta baixa parquet</b>			
	Plaqueta o rajola ceràmica	0,020	1,000	0,53
	Mortor de ciment o cal	0,015	0,410	
	EPS Poliestirè Expandit	0,04	0,029	
	FU Entrebigat ceràmic -cantell 250 mm-	0,250	0,908	
	Emblanquinat de guix	0,015	0,570	
		<b>0,340</b>		

Taula 8-Forjats

	Material	Espessor e (m)	Conductivitat tèrmica $\lambda$ (W/m K)	U (W/m <sup>2</sup> K)
Cobertes	<b>Coberta plana</b>			
	Sorra i grava	0,100	2,000	0,39
	Asfalt	0,002	0,700	
	EPS Poliestirè Expandit	0,06	0,029	
	FU Entrebigat ceràmic -cantell 250 mm-	0,250	0,908	
	Emblanquinat de guix	0,015	0,570	
		<b>0,427</b>		
	<b>Coberta inclinada</b>			
	Teula de fang cuit	0,020	1,000	0,39
	Mortor de ciment o cal	0,010	0,410	
	Asfalt	0,002	0,700	
	EPS Poliestirè Expandit	0,06	0,029	
	FU Entrebigat ceràmic -cantell 250 mm-	0,250	0,908	
	Placa de guix laminada (PYL)	0,010	0,250	
		<b>0,352</b>		

Taula 9-Cobertes





#### 1.7.4. Dimensions de les dependències

A la Taula 10, es defineixen les característiques dimensionals de les diferents dependències de la vivenda.

Dependència	Llargada (m)	Amplada (m)	Alçada (m)	Superfície (m <sup>2</sup> )	Volum (m <sup>3</sup> )
<b>Planta baixa</b>					
Menjador	7,10	4,34	2,40	30,81	73,95
Lavabo	3,13	1,78	2,40	5,57	13,37
Cuina	4,20	2,69	2,40	11,30	27,12
Distribuïdor 1	1,97	1,11	2,40	2,19	5,25
<b>Primera planta</b>					
Dormitori 1	3,33	4,43	2,40	14,75	35,40
Dormitori 2	3,45	2,13	2,40	7,35	17,64
Dormitori 3	3,56	2,00	2,40	7,12	17,09
Lavabo	2,01	2,51	2,40	5,05	12,11
Traster	2,51	1,48	2,40	3,71	8,92
Distribuïdor 2	3,63	1,76	2,40	3,98	9,55
Distribuïdor 3	2,19	1,03	2,40	2,26	5,41

Taula 10-Dimensions de les diferents dependències



### 1.7.5. Carregues tèrmiques de la vivenda

La càrrega tèrmica d'una vivenda és la potència de calefacció que requereix la instal·lació, en un determinat moment per a mantenir unes condicions tèrmiques determinades.

Es defineix la càrrega tèrmica de calefacció quan el càlcul es refereix a l'hivern, quan l'edifici perd escalfor de l'interior cap a l'exterior, i s'ha de calefactar.

En la Taula 11, es poden observar els resultats obtinguts dels càlculs de demanda de calefacció i ACS realitzats a l'apartat 2.2.2 dels annexes.

Mes	L <sub>CAL</sub> (MJ/mes)	L <sub>ACS</sub> (MJ/mes)	TOTAL (MJ/mes)		
Gener	28012,48	856,46	28868,94		
Febrer	17221,60	759,51	17981,11		
Març	14626,56	809,74	15436,30		
Abril	6725,31	753,48	7478,79		
Maig	1333,93	763,02	2096,95		
Juny	18,05	723,34	741,40		
Juliol	0,00	731,88	731,88		
Agost	0,00	747,45	747,45		
Setembre	180,55	738,41	918,96		
Octubre	3824,55	778,60	4603,14		
Novembre	15725,48	783,62	16509,10		
Desembre	28208,37	856,46	29064,83		
<b>Q<sub>TOTAL ANUAL</sub> (MJ/any)</b>			<b>125179</b>	<b>35050</b>	<b>kwh</b>

Taula 11-Energia total de calefacció i ACS



## 1.8. Selecció del sistema d'energia renovable a implantar

D'energies renovables n'existeixen de diversos tipus i aprofitables de diferents maneres tal com s'ha explicat en la introducció a les energies renovables.

Cal tenir en compte, com s'ha comentat anteriorment, que aquest projecte és una reforma i per tant, es vol aprofitar tot el que sigui possible de la instal·lació actual. Per aquesta raó, la instal·lació interior de la vivenda serà mitjançant radiadors amb aigua calenta per aprofitar la instal·lació interior i els emissors. Així, el disseny contindrà solament una instal·lació en la que es faci arribar l'aigua calenta fins al circuit intern de la vivenda.

Així doncs, per decidir quins seran els dos tipus d'energies renovables que mes s'adeqüen a les necessitats del projecte, a la Taula 12 es planteja una matriu de decisió entre totes les energies renovables disponibles i comparant-les entre si amb diferents punts de interès per al nostre projecte.

### Punts d'interès del sistema d'energia:

- ✓ Òptima per treballar amb sistema d'aigua calenta.
- ✓ Viable constructivament per a la vivenda del projecte.
- ✓ Quantitat de material que es pot reutilitzar del sistema actual.
- ✓ Disponibilitat del recurs natural a utilitzar.

Els diferents aspectes de la matriu de decisió sumaran en total 10 punts, repartits entre tots els aspectes que es valoren. Cada tipus d'energia tindrà un valor del 0 al 10 en cadascun dels aspectes i el total de cada tipus d'energia serà la mitja ponderada de totes les puntuacions parcials.

Aspectes	Sistema òptim Aigua calenta	Viable constructivament	Material reutilitzat	Disponibilitat del Recurs natural	TOTAL
Puntuació parcial	3	3	2	2	10
E. Geotèrmica	10	10	8	8	9,2
E. Eòlica	0	0	0	0	0
E. Solar	10	10	9	9	9,6

Aspectes	Sistema òptim Aigua calenta	Viable constructivament	Material reutilitzat	Disponibilitat del Recurs natural	TOTAL
<b>Puntuació parcial</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>10</b>
E. Biomassa	10	10	8	5	8,6
E. Hidràulica	0	0	0	0	0
E. Mareomotriu	0	0	0	0	0

Taula 12-Matriu de decisió d'energia renovables

Observant el resultats obtinguts a la matriu de decisió es seleccionen com a sistemes d'energia renovable per a vivenda del projecte l'energia geotèrmica i l'energia solar tèrmica.

L'energia geotèrmica serà un sistema totalment nou en el circuit extern i s'aprofitarà el circuit intern i el radiadors com a emissors de la calor.

L'energia solar tèrmica, en el circuit extern serà una part nova (plaques solars) i una part aprofitable del ja existent que serà la caldera com a recolzament al sistema d'energia solar. El circuit intern, com en el cas de la geotèrmica també serà totalment reutilitzat.

Els dos sistemes escollits, supliran tant les necessitats de calefacció com les de ACS.



## 1.9. Anàlisi de solucions

### 1.9.1. Solució 1: Plaques solars tèrmiques

#### 1.9.1.1. Captadors solars

El captador o col·lector solar és l'encarregat de captar la radiació solar i convertir-la en energia calorífica. L'energia solar arriba al captador en forma d'ona electromagnètica, que va escalfant-lo, alhora que pateix pèrdues de calor per conducció, convecció i radiació.

Les pèrdues augmenten amb la temperatura, fins que s'arriba a un punt d'equilibri en què l'energia captada és igual a les pèrdues i en conseqüència el cos ja no s'escalfa més.

A l'actualitat existeixen tres grans grups de captadors solars en funció de la temperatura a la que són capaços d'escalfar el fluid:

- ✓ Baixa temperatura ( $<100^{\circ}\text{C}$ ): captadors plans, de tubs de buit, de polipropilè, etc.
- ✓ Mitja temperatura ( $100-400^{\circ}\text{C}$ ): cilíndric - parabòlics.
- ✓ Alta temperatura ( $> 400^{\circ}\text{C}$ ): heliòstats o els discs parabòlics.

Les parts indispensables d'un captador solar són:

- ✓ Superfície captadora o absorbidora: part més important, rep l'energia solar.
- ✓ Coberta transparent: redueix les pèrdues per convecció i reflexió.
- ✓ Aïllament tèrmic: redueix les pèrdues per conducció.
- ✓ Carcassa: fa de suport de l'estructura.

A continuació es descriuen els tipus més importants de captadors de baixa temperatura, ja que la instal·lació centre d'aquest projecte pertany a aquest tipus de captadors.



En el cas del present projecte, és necessari escalfar aigua fins a 60 °C de temperatura, per això s'elegeix el tipus de captadors de baixa temperatura.

### **El col·lector pla**

És el tipus més comú, el més adient i utilitzat per aconseguir aprofitar la radiació solar per escalfar aigua o aire a baixa i mitja temperatura. El seu funcionament està basat en l'efecte hivernacle: la major part de la radiació solar incideix sobre una placa absorbent fosca, per obtenir el màxim índex d'absorció i el mínim de reflexió, aprofitant al màxim l'energia dels raigs del Sol i minimitzant les pèrdues.

Part d'aquesta energia absorbida es transforma en energia tèrmica i es transfereix a un fluid que circula a través del col·lector per un serpentí de tubs de coure soldat a la placa absorbidora, mentre que l'altra es perd, veure Figura 13. Aquesta energia aprofitada s'anomena energia útil del col·lector, i és emmagatzemada o usada directament.

Els captadors estan protegits per un cristall molt resistent i amb baix contingut en ferro per a tenir el màxim índex de transparència i reduir les pèrdues per reflexió i absorció.

Tot el conjunt està perfectament aïllat, amb poliuretà o fibra de vidre, per a reduir al màxim les pèrdues per conducció. Cal esmentar que el fluid que circula per dintre del serpentí és una mescla aigua i anticongelant, protegint així al captador de possibles gelades.

Ser el tipus de captadors més utilitzats garanteix un gran coneixement per part dels instal·ladors, però necessiten un manteniment constant. Les seves principals aplicacions són per produir aigua calenta sanitària i calefacció.

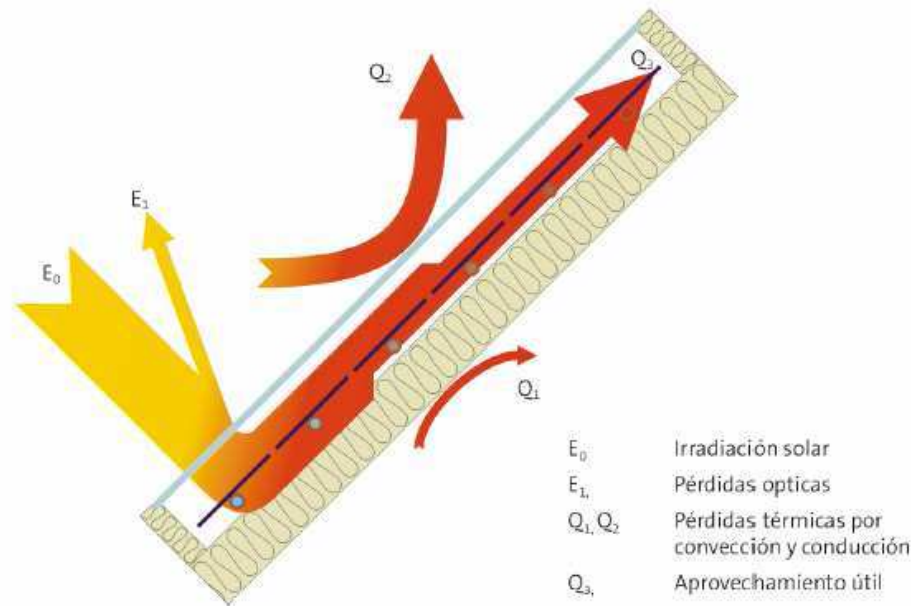


Figura 13-Aprofitament de la captació solar tèrmica [16]

Les parts més importants de les que està format un col·lector pla són:

- ✓ Carcassa: element que suporta la resta dels elements i dona rigidesa i estanquitat. Normalment és metàl·lica.
- ✓ Aïllant: situat en el fons i en les parets laterals del panell, té la funció de reduir les pèrdues de calor. En la part superior del col·lector es col·loquen una o més cobertes transparents amb aire entre elles, que actuen també com a aïllant.
- ✓ Conductes o tubs: pels conductes hi circula el fluid al que es transfereix l'energia absorbida per la placa. S'utilitzen conductes en el cas de que el fluid sigui aire, i tubs si és líquid, en aquest cas a les zones on les temperatures poden baixar dels 0 °C, és important posar una mescla d'anticongelant - aigua, per evitar la congelació.
- ✓ Superfície o placa absorbent: la seva finalitat és captar la major part de la radiació solar possible i transmetre-la posteriorment en forma d'energia tèrmica al fluid que circula pel panell. És important que aquesta superfície absorbent estigui pintada de color negre o amb pintura selectiva.

- ✓ Coberta transparent: la placa absorbent, al incrementar la seva temperatura, emet radiació infraroja. La finalitat de la coberta, situada sobre la placa absorbent, és reduir les pèrdues energètiques produïdes per aquesta radiació. És important que la coberta sigui opaca a la radiació infraroja i transparent a la radiació solar. El material més utilitzat per la seva fabricació és el vidre, i el plàstic per ser més econòmic.

A la Figura 14 es poden veure les parts més importants d'un captador solar pla.



Figura 14-Parts d'un captador solar pla [16]

### **Col·lector de tubs de buit**

En aquests tipus de captadors que es mostren a la Figura 15, es fa el buit en l'espai que queda entre el vidre protector i la superfície absorbent, aconseguint



eliminar les pèrdues per convecció interna, ja que no hi ha aire que pugui transferir-les, i augmentant la temperatura de treball i el rendiment.

La forma d'aquests captadors és cilíndrica, el que permet efectuar millor el buit al seu interior. Permeten la integració de concentradors cilíndric - parabòlics (CCP) amb el que s'aconsegueix millorar el rendiment durant les estacions en què els raigs solars no incideixen en l'angle òptim.

S'integren perfectament a l'arquitectura, adaptant-se millor en aquells casos on no poden col·locar-se a la inclinació o orientació òptimes, on els captadors plans tindrien molt poc rendiment.

Les pèrdues en aquest tipus de captadors són mínimes fins i tot amb temperatures ambient molt baixes i s'aconsegueixen temperatures del fluid elevades. El seu cost és més elevat i poden tenir problemes per mantenir el buit.



*Figura 15- Col·lector solar de tubs de buit [16]*

### **Col·lector termosifònic**

Per estalviar al màxim en la producció d'aigua calenta sanitària, els equips termosifònic no consumeixen energia elèctrica, ja que funcionen sense bomba. Aquests equips funcionen per gravetat.

El sol escalfa el fluid del seu interior, augmentant-ne la temperatura tot disminuint la seva densitat, i flueix cap a la part superior, deixant que el fluid

més fred ocupi el seu lloc per a escalfar-se. Un exemple d'aquest tipus de captador es pot veure a la Figura 16.

A més de disminuir el consum energètic d'un habitatge, converteix als equips en autònoms: segueixen funcionant encara que el sistema elèctric falli. Aquest fet fa molt atractiva la seva aplicació en aquells llocs remots on no arriba la xarxa elèctrica, podent-ne produir aigua calenta encara que el generador elèctric estigui desconnectat.



Figura 16-Col·lector termossifònic i principi de funcionament [16]

#### 1.9.2.1. Selecció del captador solar

Per al tipus d'instal·lació solar que es dissenya en aquest projecte cal escollir un col·lector solar de baixa temperatura ja que s'utilitzaran radiadors com a emissors com s'ha comentat avanç i aquests no necessiten aigua  $>100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , i d'entre els diferents tipus de captadors de baixa temperatura, es realitzarà una matriu de decisió Taula 13 per decidir quin dels tres tipus de captadors solars plans son els mes òptims per al present projecte.

Els diferents aspectes de la matriu de decisió sumaran en total 10 punts, repartits entre tots els aspectes que es valoren. Cada tipus de captador tindrà un valor del 0 al 10 en cadascun dels aspectes i el total de cada tipus de captador serà la mitja ponderada de totes les puntuacions parcials.

Aspectes	Preu	Rendiment	Fàcil instal·lació	Sistema senzill	TOTAL
<b>Puntuació parcial</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>10</b>
Captadors plans	9	6	8	9	8,2
Col·lector tubs de buit	3	9	7	5	5,6
Captador termossifonic	6	7	5	7	6,3

Taula 13-Matriu de decisió de tipus de captador solar

Observant els resultats de la matriu de decisió, la millor solució per al present projecte és el captador pla.

Dels diversos tipus de captador pla que hi ha al mercat, per escollir el millor s'han tingut en compte factors com: el rendiment tèrmic, la superfície útil de captació i el cost econòmic. El cost econòmic influeix en forma de Rati cost/potència.

A l'apartat 3.1.5 dels annexes es pot veure desglossat tot el procediment de càlcul de paràmetres i selecció del col·lector pla model Takama T2-Inox d' entre els 9 possibles models valorats.

#### 1.9.2.2. Connexió dels captadors solars

Existeixen dues tipologies bàsiques per agrupar dos o més captadors: en sèrie o en paral·lel. A més, es pot configurar un camp de captació combinant les dues configuracions.

##### Connexió en sèrie

Consisteix en connectar la sortida del primer col·lector directament amb l'entrada del següent, i així consecutivament tal i com es pot veure a la Figura 17. Aquest tipus de connexió es caracteritza per que la temperatura del fluid d'entrada en cada captador és superior a la del col·lector precedent, de manera que a la sortida de la bateria o grup de captadors s'obtenen temperatures més altes que si es treballés amb el salt tèrmic d'un sol col·lector.

Aquest tipus de connexió presenta l'inconvenient que el rendiment dels col·lectors va disminuint proporcionalment amb l'augment de la temperatura de treball. Per tant, aquest tipus de connexió no s'acostuma a utilitzar.

En les següents figures,  $T_1$ ,  $T_2$  i  $T_3$ , indiquen la temperatura de l'aigua a la sortida de cada captador.

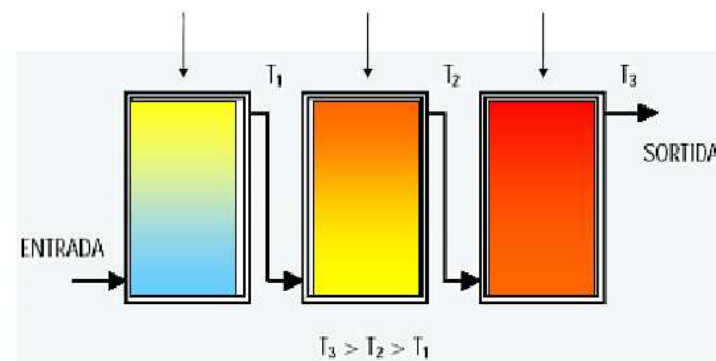


Figura 17-Esquema de connexió de captadors en sèrie

### Connexió en paral·lel

En la connexió en paral·lel, tant l'entrada com la sortida dels captadors estan connectades a punts d'entrada i sortida comuns a la resta dels col·lectors, Figura 18.

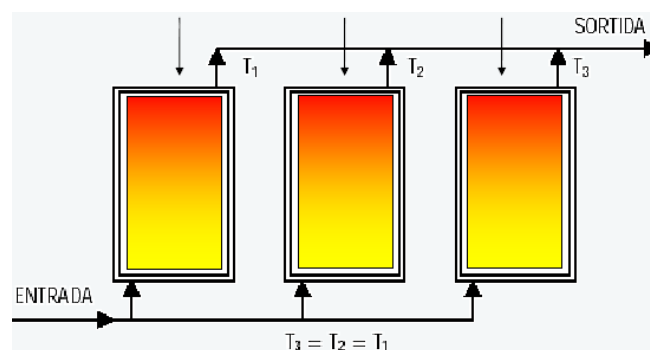


Figura 18-Esquema de connexió de captadors en paral·lel

En aquesta configuració, la temperatura del fluid d'entrada i de sortida, és la mateixa en tots el captadors, i per tant tots els captadors treballen en el mateix punt de la corba de rendiment.

### Connexió en sèrie - paral·lel

En aquest tipus de connexió, Figura 19, s'utilitzen els dos sistemes, sèrie i paral·lel abans descrits. Els conjunts en sèrie han de tenir el mateix nombre de captadors en paral·lel per a què el cabal sigui el mateix en cada conjunt.

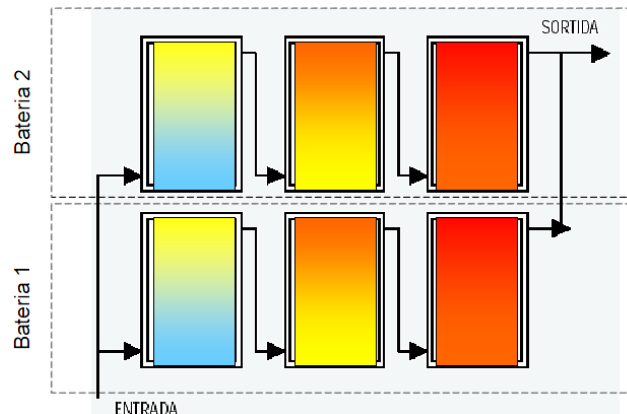


Figura 19-Esquema de connexió de captadors en sèrie – paral·lel

Té sentit en instal·lacions de grans superfícies de captació en les que és necessari una temperatura molt alta de sortida.

#### 1.9.2.3. Selecció del tipus de connexió dels captadors solars

Els captadors de la instal·lació objecte d'aquest projecte, es connectaran en paral·lel, per ser el tipus de connexió que resulta ser més eficient i rendible. La connexió sèrie-paral·lel es desestima perquè en el present projecte no es necessària una gran superfície de captació ni una temperatura de sortida del fluid molt elevada.

Es connectaran 7 captadors solars en paral·lel, segons el calculat en els apartats 3.1.8 i 3.1.9 dels annexes del present projecte, distribuïts en dos files connectades a la vegada en paral·lel, de 4 i 3 captadors per fila.

S'instal·laran a la teulada sud-est de la casa, i com el dipòsit acumulador estarà a la mateixa alçada que els captadors, la circulació serà forçada. Es decideix, també, utilitzar un circuit tancat per evitar que al circular l'aigua de consum pels

captador s'originin problemes de corrosió i d'incrustacions calcàries en els tubs, i per altra banda, per què a l' hivern si l'aigua dels captadors fos la de consum, aquesta es podria congelar.

#### 1.9.2.4. Tipus d'acumuladors

L'acumulador és l'element de la instal·lació on s'emmagatzema l'energia tèrmica, produïda pel camp solar, en forma d'augment de la temperatura d'un fluid. Actua, doncs, com una "bateria" que permet independitzar el subministrament de calor solar del consum, ja que el perfil temporal de l'entrada d'energia no acostuma a correspondre amb el consum energètic, i així doncs, permet utilitzar l'aigua calenta en qualsevol moment del dia independentment del nivell instantani de radiació solar. A la Figura 20 es pot veure esquemàticament un acumulador.

Els requisits que s'exigeixen a un acumulador són els següents:

- ✓ Alt calor específic del medi d'acumulació.
- ✓ Pèrdues tèrmiques baixes (bon aïllament).
- ✓ Bona estratificació de temperatures a l'acumulador.
- ✓ Bona resistència a la corrosió.
- ✓ Llarga vida útil.
- ✓ Baix cost i fàcil disponibilitat.
- ✓ Ha de ser capaç de suportar les pressions i temperatures de treball previstes.
- ✓ Tanc i medi d'acumulació han de tenir bones propietats mediambientals i higièniques, i complir la normativa al respecte.

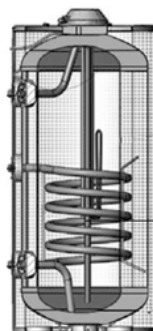


Figura 20-Dipòsit acumulador [17]



Un acumulador és un dipòsit equipat amb una sèrie de preses laterals per a la seva connexió a la xarxa de subministrament, consum d'aigua i col·locació d'altres elements com termòmetres, termòstats, ànodes de protecció, etc.

La superfície exterior del dipòsit incorpora un folre d'aïllament tèrmic per evitar les pèrdues de calor cap a l'exterior.

A l'hora d'instal·lar l'acumulador ideal, cal tenir en compte la qualitat de l'aigua i la temperatura de treball, degut a que la seva relació amb el problemes de corrosió.

Els acumuladors d'aigua calenta sanitària han de complir les normes d'higiene exigides per les normatives vigents. A més l'acumulador ha de ser resistent a la corrosió, donada la presència d'oxigen a l'aigua potable.

Els acumuladors d'inèrcia o acumulador de calefacció s'utilitzen en grans sistemes solars destinats al l'escalfament d'aigua sanitària o al recolzament de la calefacció. Com aquests sistemes requereixen relativament grans volums d'acumulació, es sol separar el medi d'acumulació de l'aigua sanitària, per motius d'higiene.

Els tipus d'acumuladors que es poden trobar en el mercat en funció de la posició són l'horitzontal i el vertical, que s'explica tot seguit:

✓ Acumuladors verticals

La posició vertical és la més comú en les instal·lacions solars tèrmiques, i la més recomanable, ja que afavoreix l'estratificació de l'aigua, acumulant-se la més calenta a la part superior i la més freda a la part inferior del dipòsit.

Això permet donar un subministrament instantani d'aigua a la temperatura de servei sense que tot el dipòsit estigui a aquesta temperatura. També permet l'aportació de calor de suport amb fonts energètiques convencionals sense generar una pèrdua de rendiment en l'equip solar.



---

- ✓ Acumuladors horitzontals

Predomina la dimensió paral·lela al terra respecte a l'alçada del dipòsit i és la més emprada en els següents casos:

- ✓ Equips solars compactes per termosifó, permet millor integració arquitectònica.
- ✓ Grans acumuladors i/o dipòsits d'inèrcia de més de 4.000 litres, donada la millor distribució de càrregues sobre la superfície de suport.
- ✓ Llocs amb dificultat d'espai on la dimensió limitant és l'alçada.

En aquesta posició l'aigua no té capacitat d'estratificar-se per temperatura com en els acumuladors verticals, per lo que no es pot disposar d'una capa superior d'aigua a la temperatura d'utilització fins que tot el dipòsit ha estat escalfat. Cal tenir en compte aquest fet a l'hora de seleccionar i connectar el dipòsit amb els sistemes auxiliars.

Els tipus d'acumuladors que es poden trobar en el mercat en funció del material de fabricació són d'acer vitrificat, d'acer revestit de plàstic i d'acer inoxidable, que s'explica tot seguit:

- ✓ Acumuladors d'acer vitrificat

L'acer vitrificat s'utilitza amb freqüència per protegir els acumuladors contra la corrosió interior. L'esmalt (un tipus de vidre) es fon sobre l'acer. Com és inevitable l'aparició de petits defectes al material, l'esmalt conté petites partícules de magnesi i altres materials anòdics a manera de protecció catòdica contra la corrosió.

Els acumuladors d'acer vitrificat es poden fabricar fàcil i econòmicament, s'ha de tenir en compte però, que l'acumulador s'ha de protegir contra impactes durant el seu transport a fi de que la capa protectora no sofreixi danys.





---

✓ Acumuladors d'acer revestits de plàstic

Aquest tipus de protecció anticorrosiva abarca revestiments de plàstics durs, termoplàstics, sent més econòmics que l'acer vitrificat, encara que es fiqui en dubte la seva resistència a llarg plaç.

Els termoplàstics en particular, estan certificats solament per una temperatura de 85 °C i no han de ser exposats a un gradient tèrmic superior als 10 K a la paret revestida. Això els fa inadequats per utilitzar-se en acumuladors previstos de bescanviadors interns.

✓ Acumuladors d'acer inoxidable

Són acumuladors relativament inerts a la corrosió, degut al seu alt contingut de níquel i crom. Tot i això, les connexions soldades d'acer inoxidable poden arribar a sorgir corrosió amb altes concentracions de clor, però si se'n tenen en compte les concentracions de permissibles, l'acer inoxidable resulta ser un material molt durador, encara que més car que qualsevol material revestit de plàstic o vitrificat.

Els acumuladors que es troben en el mercat han de portar aïllant es tota la seva perifèria com s'explica tot seguit:

L'aïllament tèrmic de l'acumulador té per objectiu evitar la pèrdua de calor donada la diferència de temperatures existent entre l'aigua acumulada (45-60 °C) i la temperatura ambient, que sol ser de 10-12 °C, ja que habitualment no es troba en un local calefactat.

El RITE marca uns espessors mínims d'aïllament per als acumuladors i dipòsits de la instal·lació, tot i que normalment ja venen amb aïllament de sèrie.

Els tipus d'acumuladors d'ACS que es poden trobar en el mercat en funció del sistema d'escalfament són, acumuladors d'ACS i acumuladors-productors d'ACS, que s'explica tot seguit:



---

✓ Acumulador d'ACS

Dipòsit per a l'emmagatzematge d'ACS. L'escalfament de l'aigua es produeix externament al dipòsit i aquest es destina únicament a emmagatzemar-la.

✓ Acumulador - productor d'ACS

Dipòsit per a la producció i emmagatzematge. L'acumulació i el sobre escalfament de l'aigua es produeixen en el mateix dipòsit mitjançant el bescanviador de calor que porta incorporat. Es poden classificar en funció del tipus de bescanviador incorporat: de doble paret, de serpentí i intern de doble serpentí.

#### 1.9.2.5. Tipus d'instal·lació solar tèrmica

##### **Sistemes segons tipus de circuit**

###### Circuit obert

L'aigua que circula pels captadors és utilitzada directament per a consum. No disposa de bescanviador i el seu ús està condicionat fonamentalment a la qualitat de l'aigua, pel que cal instal·lar un sistema de tractament, i al tipus de captador.

No s'acostumen a utilitzar, i si es fa, és en zones on no s'esperen gelades. Si es preveuen gelades, s'hauria de buidar la instal·lació. En la Figura 21, es mostra un esquema d'instal·lació amb circuit obert.

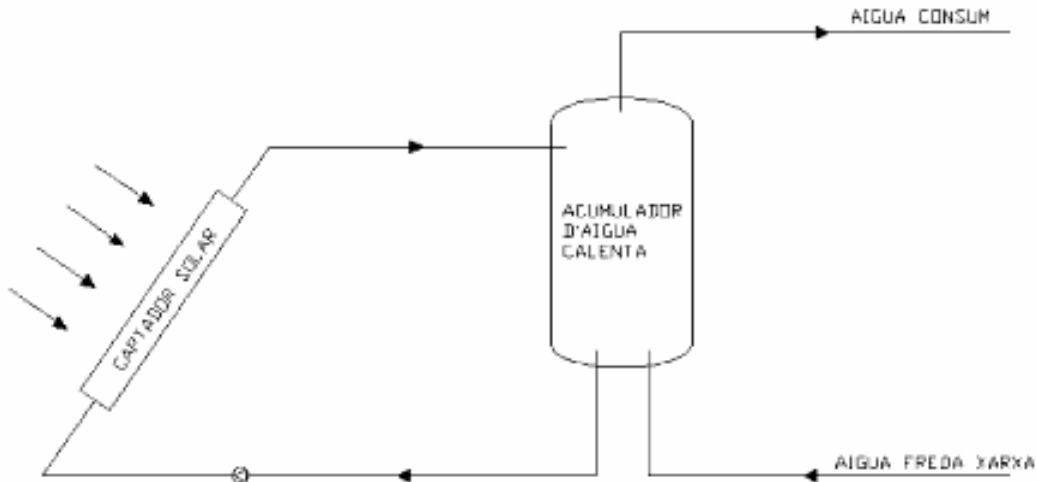


Figura 21-Esquema d'instal·lació amb circuit obert

### Circuit tancat (amb bescanviador)

Està constituït per dos circuits bàsics: en el circuit primari, que està compost pels captadors solars, és on es produeix l'escalfament de l'aigua i on actua la bomba d'impulsió.

El calor guanyat en els captadors, mitjançant un intercanviador, es cedeix al circuit secundari, on l'aigua calenta s'emmagatzema en un dipòsit. En la Figura 22, es mostra un esquema d'instal·lació amb circuit tancat.

Per garantir el manteniment de les prestacions energètiques del captador solar al llarg del temps, es recomana la utilització de circuits tancats. La utilització de circuits oberts, amb renovació continuada de l'aigua que circula pels col·lectors, pot donar lloc a deposicions calcàries en les parets interiors dels tubs, reduint el seu rendiment energètic i escurçant la seva vida útil.

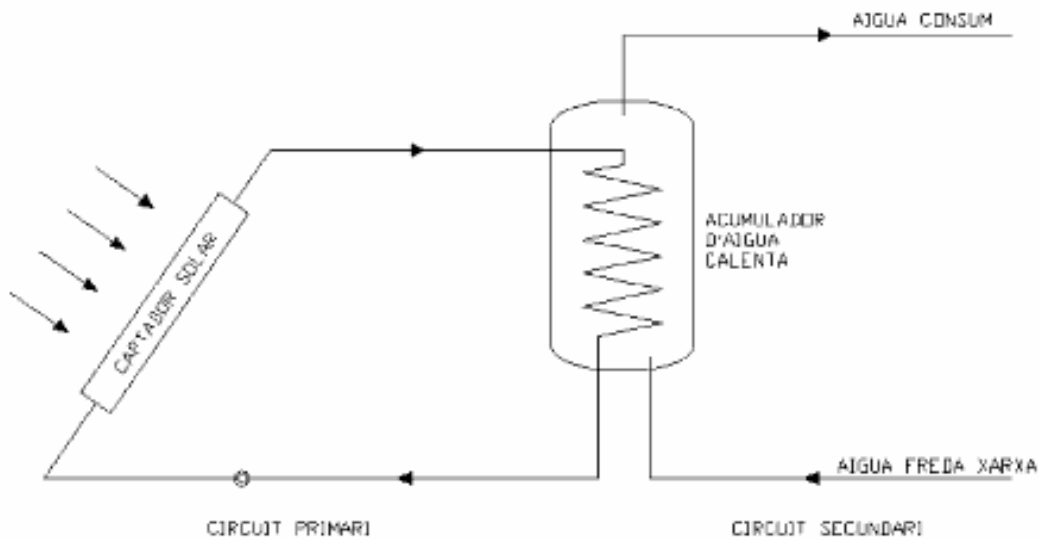


Figura 22-Esquema d'instal·lació amb circuit tancat

### Sistemes segons tipus d'acumulació

En la instal·lació d'aquest projecte cal tenir en compte que caldrà emmagatzemar aigua calenta sanitària i aigua calenta per al recolzament de calefacció. El sistema d'acumulació de connexió i de distribució caldrà realitzar-lo d'acord a la normativa i reglamentació [18], [19].

### Sistemes de dos acumuladors

En instal·lacions solars tèrmiques destinades a l'escalfament d'aigua sanitària i al recolzament de calefacció, el sistema més adient és complementar l'acumulador d'aigua sanitària amb un acumulador d'inèrcia per a calefacció, veure Figura 23.

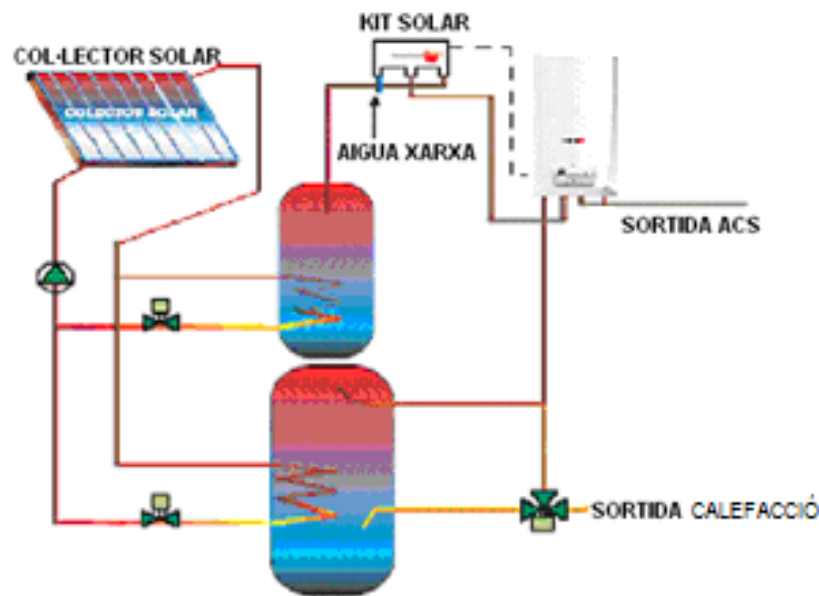


Figura 23-Exemple d'instal·lació solar amb dos acumuladors: un acumulador d'ACS i un acumulador de calefacció.

La distribució cap a cada funcionalitat es fa al circuit primari, és a dir, abans de l'acumulació. Amb una vàlvula de zona motoritzada a l'entrada de cada circuit, s'alimenta un o altre dipòsit segons la prioritat establerta.

Cal tenir en compte que la superfície de captació necessària a l'hivern (ACS i calefacció) és molt més gran que a l'estiu (ACS), i que per tant s'ha de dissenyar la instal·lació de manera que l'energia sobrant produïda a l'estiu per l'excés de col·lectors, es dissipï d'alguna manera per evitar danys a la instal·lació.

Es dóna prioritat a carregar primer l'acumulador d'aigua sanitària, i quan aquest arriba a la temperatura desitjada, es procedeix a omplir l'acumulador d'inèrcia realitzant un canvi de connexió mitjançant una vàlvula de tres vies en el circuit primari.

D'acord amb el sistema de control utilitzat, el cicle de càrrega torna a canviar de connexió fins l'acumulador d'ACS, al disminuir la temperatura en aquest per sota d'un cert valor.

## Sistemes d'acumuladors combinats

Els acumuladors combinats es van desenvolupar per simplificar la construcció i el control de les instal·lacions, i reduir costos i espai de muntatge. En aquests sistemes, l'acumulador combinat es carrega a través del circuit primari, mitjançant l'ús d'un senzill control diferencial de temperatures.

En principi, els acumuladors combinats estan dividits en tres zones. En la zona solar, (part inferior i més freda), està col·locat el bescanviador solar. La part superior serveix de volum de disposició de servei d'ACS i s'escalfa pel sistema convencional en cas de que el nivell de temperatures subministrades per la instal·lació solar no sigui suficient.

La zona intermèdia està destinada a la calefacció, i per al seu subministrament, l'acumulador es connecta amb el retorn del circuit d'aquesta, per on passa abans d'arribar a la caldera, segons Figura 24.

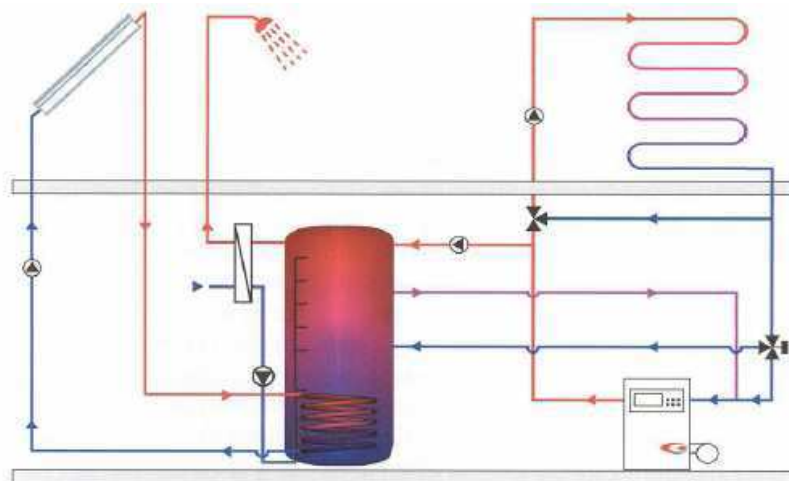


Figura 24-Exemple d'instal·lació solar amb acumulador combinat

### 1.9.2.6. Selecció del tipus d'acumulació

El sistema combinat amb un únic dipòsit acumulador que permet donar servei a dues aplicacions (ACS i suport de calefacció), es descarta perquè es vol una acumulació independent per a cada cas i també per així es redueixen les



mesures dels dipòsits ja que aquests van ubicats en la teulada i es prefereixen tenir dos dipòsits petits que un molt gran.

El sistema escollit per a la instal·lació d'aquest projecte serà un sistema d'acumulació format per dos acumuladors, un inter acumulador per al ACS i un inter acumulador per a la calefacció com a sistemes d'acumulació.

Els acumuladors seran de tipus vertical, afavorint l'estratificació de l'aigua, situant-se la més freda a la part inferior i la més calenta a la part superior. Des dels acumuladors, l'aigua calenta passarà pel sistema de recolzament, la caldera, abans d'arribar al punt necessari de subministrament o de distribuir-se al circuit de calefacció.

El dimensionament dels acumuladors es pot veure detalladament a l'apartat 3.1.11 i 3.1.12 dels annexes.

#### **1.9.2.7. Tipus de vasos d'expansió**

L'escalfament de l'aigua pot provocar la seva dilatació i aquesta a la vegada pot originar la ruptura del circuit en algun punt. El vas d'expansió té per finalitat absorbir aquesta dilatació, contrarestant les variacions de volum i pressió que es poden produir.

Quan el fluid circulant pel circuit tancat augmenta de temperatura, es dilata, augmenta de volum i omple el vas d'expansió. Quan la temperatura descendeix, el fluid es contrau sortint del vas tornar al circuit.

La capacitat necessària del vas d'expansió depèn de la capacitat total del circuit, de la temperatura de l'aigua i de la pressió a la que es treballa. Aquesta capacitat varia en funció del tipus de vas emprat.

Els tipus de vasos d'expansió són:

- ✓ Vas d'expansió obert



S'utilitza en sistemes sense pressió i s'ha d'ubicar en la part superior, al costat de succió de la bomba per a que aquesta no empenyi el líquid fora del recipient quan arranca.

El tanc obert funciona com un purgador i té contacte directe amb l'aire exterior, per tal motiu solament es pot muntar quan els captadors, serpentins i canonades estiguin fets de materials inoxidables.

Aquest tipus de vasos d'expansió tenen l'inconvenient de que es va perden volum de líquid degut a la seva evaporació. També és un punt de pèrdues tèrmiques.

✓ Vas d'expansió tancat

Són d'ús més comú, ja que són els més pràctics i barats. Consten d'un recipient que té atrapat gas (nitrogen) separat del fluid caloportador per una membrana elàstica de cautxú, de forma que, al dilatar-se el fluid, es va comprimint el nitrogen fins quedar equilibrades les pressions, resultant la instal·lació pressuritzada.

Aquest augment de pressió és important i ha d'oscil·lar des d'un mínim, sempre major que la pressió atmosfèrica, per evitar que entri aire a la instal·lació, fins a un màxim, marcat per la pressió de timbre del dipòsit o els captadors.

#### **1.9.2.8. Selecció del tipus de vas d'expansió**

Com s'ha comentat anteriorment, els vasos d'expansió tancats són més pràctics, més barats i tenen menys inconvenients que els oberts. Així doncs, el vas d'expansió seleccionat per al circuit primari del sistema solar és de tipus tancat. El vas d'expansió escollit es de la marca comercial Salvador Escoda 5 CMF amb una capacitat de 5 L, com es detalla a l'apartat 3.1.18.1 dels annexes.





### 1.9.2.9. Tipus de bombes de recirculació

El circulador o bomba de recirculació, és l'element de la instal·lació solar tèrmica encarregat d'impulsar el fluid del circuit primari. L'objectiu de forçar aquesta circulació és transportar la calor des dels captadors solars fins al bescanviador, compensant les pèrdues de càrrega dels diferents accessoris que formen el circuit: canonades, vàlvules, derivacions, captadors i bescanviador.

El circulador esta constituir per dues parts diferenciades:

- ✓ Un cos hidràulic: alberga el rodet d'impulsió. Fabricat amb diferents materials (ferro fos, bronze o acer inoxidable), és el que defineix la seva aplicació.
- ✓ Un motor elèctric: fixat al cos hidràulic, acciona al rodet d'impulsió.

Totes dues parts formen un conjunt compacte, equipat amb les corresponents connexions elèctriques del motor i d'unió hidràulica a la canonada. Una vegada la bomba comença a funcionar, el fluid del circuit banya l'eix del motor i els coixinets provocant la seva refrigeració i lubricació.

Una característica important que tenen els circuladors és la possibilitat de seleccionar diferents rangs de cabal, en funció de les pèrdues de càrrega, mitjançant un selector de velocitat que porten incorporat a la capsa de connexions del motor.

Els circuladors amb regulació electrònica disposen d'un controlador electrònic de velocitat. Generalment, a les instal·lacions solars tèrmiques, el circuit primari té unes pèrdues de càrrega fixes, per tant, aquesta tipologia de bombes seria interessant per adaptar el cabal a la radiació disponible, encara que el seu cost és més elevat.



La bomba es col·loca normalment a la línia de retorn, de bescanviadors a captadors, per evitar l' excessiu escalfament del fluid de la sortida de captadors.

Resulta recomanable equipar-lo amb un manòmetre de pressió diferencial, que permeti comprovar les pressions manomètriques a les boques d'aspiració i impulsió de la bomba alhora d'obtenir el valor de pèrdua de càrrega real en el circuit primari.

Per tal de poder realitzar un canvi o reparació sense necessitat de buidar tot el circuit primari, cal col·locar dues vàlvules de tall a les connexions hidràuliques de l'aparell.

#### **1.9.2.10. Selecció de la bomba de recirculació**

Per a l'elecció de la bomba de circulació que cal instal·lar al circuit primari de la instal·lació, s'ha tingut en compte que cal que permeti la circulació de fluid anticongelant, doncs la majoria d'elles estan preparades només per aigua.

La bomba de recirculació escollida es de la marca comercial Roca KHS10 amb una potencia màxima de 65 W de potencia, com es detalla a l'apartat 3.1.17 dels annexes.

#### **1.9.2.11. Fluid caloportador**

El fluid caloportador és el fluid que passa per l'absorbidor, del que rep una certa quantitat d'energia que posteriorment transfereix a una altra part del sistema. A continuació es detallen els tipus més importants: aigua de xarxa, mescla aigua - anticongelant, líquids orgànics i olis de silicona.

- ✓ Aigua de xarxa

Pot utilitzar-se com a fluid caloportador en instal·lacions de tipus obert o tancat, però normalment és més comú en tipus obert. A l'hora de dissenyar el circuit,



caldrà utilitzar materials pensats per a la seva conducció i tenir en compte les característiques de l'aigua de xarxa la zona, ja que podria ser precis un descalcificador que en millori les propietats.

✓ Líquids orgànics

Els dos tipus de líquids orgànics són els sintètics i els derivats del petroli. Si s'utilitzen aquest tipus de productes s'han de tenir les mateixes precaucions que en la barreja aigua - anticongelant, amb la diferència de que els fluids orgànics són inflamables i químicament estables a altes temperatures. El seu ús en instal·lacions solars tèrmiques de baixa temperatura esta molt limitat pel seu elevat cost.

✓ Olis de silicona

Aquest tipus de fluids són estables, es a dir, no es degraden a altes temperatures i no són inflamables. El seu principal inconvenient, a l'igual que en el fluids orgànics, és el seu elevat cost.

✓ Mescla aigua - anticongelant

Aquest fluid protegeix el circuit primari del risc de congelació. El percentatge d'anticongelant a afegir a la barreja, se sol situar entre el 20- 40% en volum, depenent de les temperatures mínimes de la zona .

Els anticongelants més utilitzats en instal·lacions solars tèrmiques són l'etilenglicol i el propilenglicol. No es convenient afegir més anticongelant del necessari ja que l'addició d'anticongelant modifica les propietats físiques de l'aigua:

- ✓ Toxicitat: els anticongelants solen ser tòxics en composició i per l'addició de productes inhibidors de la corrosió. Aquest fet impossibilita barrejar-los amb l'aigua de consum, introduint un bescanviador d'escalfor entre el



circuit primari, on el fluid serà l'aigua amb anticongelant, i el secundari, on el fluid serà aigua de xarxa.

Com normalment la pressió del circuit primari és inferior a la del secundari, de manera que en cas de ruptura l'aigua passa al circuit de l'anticongelant, i no al revés.

- ✓ Viscositat: al afegir anticongelant a l'aigua, n'augmenta la viscositat. Aquesta circumstància cal considerar-la en el càlcul de les pèrdues de càrrega de les instal·lacions i la potència de la bomba de circulació.
- ✓ Dilatació: el coeficient de dilatació de l'anticongelant és més alt que el de l'aigua. Aquesta circumstància cal tenir-la en compte per a dimensionar el vas d'expansió.
- ✓ Estabilitat: generalment la majoria dels anticongelants es degraden al assolir temperatures de l'ordre de 120°C, podent crear productes corrosius que obstrueixen les canonades i degraden progressivament els materials i elements del circuit.
- ✓ Calor específic: el calor específic de la barreja aigua-anticongelant és inferior al de l'aigua, i tindrà que tenir-se en compte en el càlcul del cabal necessari, que a la vegada condiciona el dimensionat de la canonada i la bomba de circulació.
- ✓ Temperatura d'ebullició: al barrejar anticongelant amb aigua s'aconsegueix elevar-ne lleugerament la temperatura d'ebullició, el que representa un efecte positiu.

#### 1.9.2.12. Selecció del fluid caloportador

El fluid caloportador que es creu més convenient d'utilitzar en el circuit primari de la instal·lació d'aquest projecte és aigua amb propilenglicol, amb un percentatge en volum del 34,4%. S'ha descartat l'ús d'aigua de xarxa pel risc de gelades i els olis de silicona i líquids orgànics pel seu alt cost.

Totes les dades referents a les propietats del fluid i paràmetres de càlcul es poden apreciar detalladament a l'apartat 3.1.3 dels annexes.

### 1.9.2.13. Sistema de calefacció

S'anomenen instal·lacions de calefacció a aquelles instal·lacions tèrmiques destinades a mantenir la temperatura ambient d'un determinat recinte a un nivell superior al de la temperatura a la que es troba l'entorn del recinte.

La factura de la calefacció és un dels principals consums a les llars espanyoles, representant més de la meitat del consum energètic total de la casa en els mesos més freds.

Per aquesta raó és important realitzar una bona elecció del sistema de calefacció, ja que no tots garanteixen la mateixa eficàcia a l'hora de combatre les baixes temperatures, d'aquesta manera, alguns dels factors del qual depèn l'elecció del sistema de calefacció són:

- ✓ Tipus i dimensions de la vivenda i les persones que habiten: les dimensions de l'habitatge, la seva orientació, ús i la necessitat d'escalfar-la totalment o parcialment, són també factors determinants. Cal preveure l'espai disponible per a la situació del sistema, considerar si hi ha un sistema ja instal·lat a la habitatge, la necessitat de disposar d'aigua calenta, i l'ús previst de la instal·lació
- ✓ Lloc geogràfic on està ubicada la vivenda: si l'habitatge es troba en una zona freda necessitarà un sistema que mantingui la calor de forma constant. A més, si es tracta d'una zona on freqüentment hi ha nevades, caldrà preveure les possibles interrupcions de combustible per problemes d'accessibilitat dels camions de repartiment. Si es troba en una zona càlida serà suficient un sistema que permeti arribar a la temperatura ideal de forma puntual, ja que així serà més econòmic.
- ✓ Consciència ecològica i seguretat: la utilització de combustibles fòssils que produeixen gasos, olors i consum de recursos, resulta poc ecològic. A més, la necessitat d'emmagatzemar combustible, amb el consegüent

risc d'explosions, fuges o focs cal considerar-la a l'hora d'escollir un sistema de calefacció.

### **La sensació tèrmica**

Quan s'aconsegueix equilibrar el balanç tèrmic entre el cos i el ambient que ens envolta i la temperatura corporal roman constant, s'experimenta una sensació de benestar tèrmic, objectiu de la climatització artificial dels edificis.

Aquesta sensació de benestar és subjectiva, ja que mai arriba a experimentar el 100% en un conjunt de persones, donant per bo aquest percentatge quan arriba fins a valors entre el 80 i el 90% dels ocupants d'un edifici o local.

La constància de la temperatura corporal s'aconsegueix mitjançant la igualació entre les tasses de dissipació de calor cap a l'entorn i la generació de calor dins de l'organisme, per això, la sensació tèrmica experimentada per un subjecte en un cert ambient, depèn no solament de les condicions ambientals, sinó també de l'activitat que desenvolupa, de la vestimenta e inclòs del subjecte considerat, de manera que dos subjectes diferents poden experimentar sensacions tèrmiques diferents en un mateix ambient.

### **Camps de benestar**

A pesar de que el benestar tèrmic és una sensació totalment subjectiva i variable d'un individu a un altre, estudis estadístics realitzats sobre àmplies mostres de població, han permès establir uns intervals de valors per la temperatura equivalent i la humitat absoluta del aire, que determinen el camp de benestar per un individu mig.

L'ASHRAE ha proposat un diagrama molt útil per a definir si una determinada combinació de temperatura i humitat relativa de l'aire es pot considerar com a confortable o no, Figura 25.

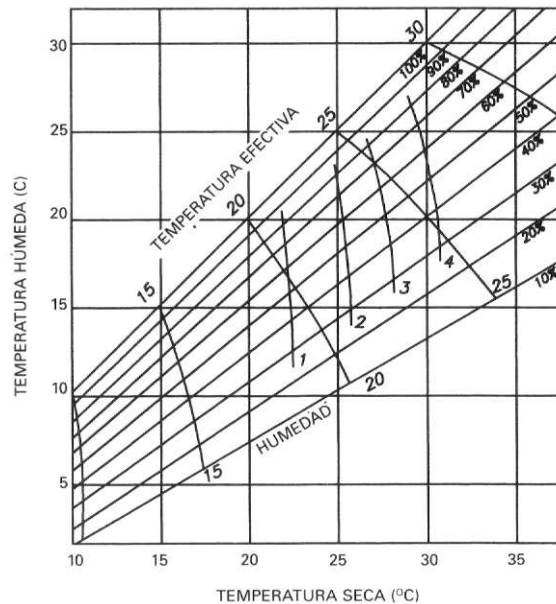


Figura 25-Diagrama de confort de l' ASHRAE [20]

La temperatura que apareix en l'eix horitzontal del diagrama la temperatura seca, mesurada amb un termòmetre normal. En l'eix vertical es representa la temperatura humida, mesurada amb un termòmetre amb bulb humit.

La temperatura humida sempre és menor que la temperatura seca. Les línies diagonals indiquen els percentatges d'humitat i la temperatura efectiva, que és la temperatura de sensació deguda a la combinació de temperatura seca i humitat relativa de l'aire.

El RITE, en la seva Instrucció Tècnica Complementària sobre condicions interiors, IT 1.1.4.1.2 temperatura operativa y humitat relativa, en la taula 1.4.1.1 diu les condicions interiors de temperatura i humitat relativa per al confort de les persones, veure Taula 14:

Estación	Temperatura operativa °C	Humedad relativa %
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

Taula 14-Condicions interiors de disseny [19]

En l'apartat 2.2.1.1. de l'annex, per al càlcul de la càrrega tèrmica de l'habitatge es tindran en compte aquestes dades.

### **Classificació dels sistemes de calefacció**

Els tipus de sistemes de calefacció es poden classificar en quatre tipologies diferents segons el medi emprat, l'àmbit d'utilització, el tipus d'unitat termal i el tipus de combustible:

Així, segons el medi emprat que s'utilitza, es troben: sistema d'aigua calenta, calefacció elèctrica i termoelectrica, calefacció per aire i calefacció per vapor.

Per altra banda, segons l'àmbit d'utilització, es tenen: calefacció unitària, calefacció individual, calefacció centralitzada, calefacció col·lectiva i calefacció urbana o per barris.

Segons el tipus d'unitat terminal, entenent-se per tal l'equip receptor d'aire o aigua que actua sobre les condicions ambientals d'una zona condicionada, es tenen: calefacció per radiadors, calefacció per convectors, calefacció per ventiloconvectors (fan-coil), calefacció per aerotermes i calefacció per terra radiant entre d'altres.

Segons els combustibles cremats, es tenen principalment: calefacció de carbó, calefacció de gas, calefacció de gasoil i calefacció de llenya.

Les combinacions dels diferents sistemes mencionats donen lloc a un ampli nombre de diversos sistemes de calefacció que en alguns casos són escassament emprats a Espanya.

### **Sistema de calefacció per aigua calenta**

Els sistemes de calefacció per aigua calenta es basen en el transport de l'energia calorífica essent el seu vehicle l'aigua escalfada, la qual al circular





entre els elements productors i emissors de calor, aquests últims transfereixen l'energia calorífica a l'ambient.

L'aigua calenta, un cop cedida una part de la seva calor als emissors, torna al punt de partida mitjançant la xarxa de retorn i a més baixa temperatura. El mètode més utilitzat és aquell que aprofita la calor generada a la caldera per tal d'eleva la temperatura d'una massa d'aigua.

La quantitat de calor circulat és proporcional a la massa de l'aigua que hi circula i a l' increment de temperatura de l'aigua. Existeixen dues modalitats d'instal·lació: per gravetat i per circulació forçada mitjançant bomba.

Per gravetat s'aprofita la característica de que l'aigua calenta pesa menys que la freda, és a dir, es fonamenta en el fet que les diferències de pes específic, entre l'aigua calenta i la freda, donen lloc a que s'estableixi una circulació de cabal.

En el sistema per gravetat, la circulació normal de l'aigua resulta lenta per a la seva posta en règim i no arriba a una pressió de circulació important. Per a esmenar aquest inconvenient es recorre a un activador circulatori, és a dir, una bomba impulsora que mou l'aigua calenta procedent de la caldera, coneixent-se el procediment com de circulació forçada per bomba.

Aquest sistema, permet dissenyar les canonades amb diàmetres menors i la posició relativa de la caldera respecte els radiadors pot ser diferent.

En l'actualitat han caigut en desús les instal·lacions per gravetat realitzant-se totes mitjançant circulació forçada a través de bomba.

### **Sistemes de distribució de l'aigua**

Dins de la distribució d'aigua calenta, aquesta pot arribar als emissors de dues maneres diferents:

- ✓ *Sistema monotubular*, tot el conjunt, canonades i radiadors, està connectat mitjançant una única canonada de distribució de l'aigua calenta, formant un circuit tancat (Figura 26) de manera que l'aigua que circula pel circuit passa per tots els radiadors, i, conseqüentment, la temperatura de l'aigua va disminuint a mesura que s'apropa cap a l'últim radiador de l'anell.

En aquest sistema, el salt tèrmic previst no sobrepassa els 10°C per evitar un refredament desmesurat que faci necessari augmentar les superfícies emissores de calor dels radiadors més allunyats que integren la instal·lació. La xarxa de circulació monotubular, encara que és senzilla i econòmica, només és aconsellable en instal·lacions petites; En el cas de vivendes unifamiliars i individuals, no són recomanables degut a que no es pot regular l'emissió calorífica de cada element actuant sobre el cabal d'aigua d'entrada, afegint el trastorn que comporta una avaria en un dels emissors a l'haver d'interrompre el servei, deixant tallat el subministrament de calefacció.

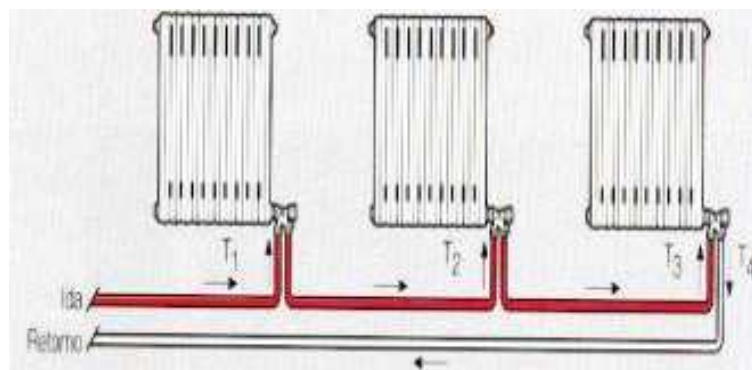


Figura 26-Sistema de distribució monotubular [7]

- ✓ *Sistema bitubular*, es caracteritzen per l'existència de dos tubs o canonada doble, una d'anada i una altra de retorn (Figura 27), muntades en paral·lel, establint-se el retorn directe o invertit segons circuli l'aigua en la mateixa direcció o a l'inversa, essent aquesta última la solució més correcta. Amb aquesta disposició s'assegura que l'aigua entri als emissors a la mateixa temperatura, estant el salt tèrmic entre 15 i 20°C.

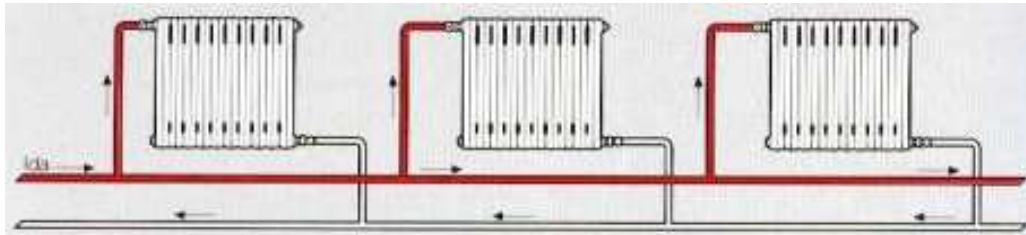


Figura 27-Sistema de distribució bitubular [7]

## **Components d'una instal·lació d'aigua calenta**

Bàsicament, una instal·lació de calefacció es compon de: la caldera de calefacció, el dipòsit d'expansió, la bomba de circulació, els elements emissors de calor i les canonades.

### ✓ Calderes de calefacció

Últimament, les calderes han evolucionat considerablement degut, sobretot, a l'encariment dels combustibles, fet que ha obligat els fabricants a dissenyar calderes amb un alt nivell de rendiment.

La caldera és el component principal d'una instal·lació de calefacció. En ella, la calor produïda al cremar-se un combustible es transfereix al fluid contingut a la caldera, que és, normalment, aigua, passant aleshores a anomenar-se calderes d'aigua calenta.

La combustió que es genera en una caldera és la reacció que s'origina al estar present un combustible, l'oxigen que conté l'aire i una flama, donant lloc a un desprendiment de calor.

L'aire que es precisa per a la combustió s'introdueix en la cambra de combustió de manera natural, ja sigui mitjançant el tir de la xemeneia (calderes funcionant amb combustible sòlid), o tir forçat, gràcies a un ventilador que duu incorporat el cremador mecànic.

El pas de la calor d'un cos o d'un ambient a un altre es produeix quan entre ambdós existeix una diferència de temperatures, donant-se a la caldera tres zones que es troben a desigual temperatura, el qual provoca un bescanvi o transmissió de calor de la zona més calenta a la més freda.

Aquesta transferència de calor té lloc per radiació, convecció i conducció. A la caldera, la radiació ve protagonitzada per la simple acció de la flama sense estar en contacte amb les parets; la convecció es motiva pel desplaçament de les molècules dels gasos de combustió en tot el recorregut; i la conducció és ocasionada per la incidència de la flama sobre la superfície de la cambra de combustió i les del circuit de fums.

L'element més important d'una caldera és el cremador. La finalitat principal d'un cremador és barrejar el combustible amb l'aire aportat i consumir per mitjà de foc la mescla.



*Figura 28-Caldera de calefacció [9]*

#### ✓ Elements emissors de calor

Els elements emissors de calor o unitats terminals més tradicionalment utilitzats, per calderes convencionals d'aigua calenta, són els radiadors i aerotermes, independentment d'altres focus de calor com els fan-coils o terra radiant quan s'apliquen bombes de calor o altres generadors a baixa temperatura.

Els radiadors tenen l'objectiu de posar en comunicació el circuit d'aigua calenta amb els ambients que han de ser escalfats, és a dir, emeten calor a l'ambient augmentant la seva temperatura.

El cos emissor de calor resulta ser un bescanviador de calor entre el fluid caloportador primari, l'aigua, i el secundari, l'aire de l'ambient. L'aigua i l'aire poden circular per entre o sobre la superfície de bescanvi tèrmic per medis naturals o forçats, encara que la majoria de les unitats terminals tenen circulació forçada d'aigua i natural d'aire.

La transmissió de calor dels radiadors o emissió de calor per les seves parets, es fa per convecció natural pel costat de l'aigua (part superior) i per radiació pel costat de l'aire (part frontal).

Les unitats terminals han de tenir una potència calorífica capaç d'aportar als locals les seves necessitats tèrmiques. A més a més, s'ha de tenir present els rendiments que aquests gaudiran en els seus emplaçaments definitius.



*Figura 29-Elements emissors de calor [9]*

#### ✓ Canonades

Les canonades poden ser de diferents materials: de ferro galvanitzat, de ferro negre, de coure (coure cru, rígid, desoxidat amb fòsfor, etc), d'acer estirat i de materials plàstics.

*Figura 30-Canonades [9]*

Cal tenir en compte, que aquelles canonades situades a l'exterior i per les que circula aigua calenta, cal que vagin calorifugades. En cas contrari, suposa una gran pèrdua energètica per a la instal·lació.

✓ Dipòsit d'expansió

És un dipòsit destinat a acumular aigua i compensar la seva expansió. Per exemple, en un circuit tancat de calefacció, al escalfar-se l'aigua i expandir-se, el dipòsit d'expansió se va omplint d'aigua, impedit així que la pressió del circuit pugi per damunt d'un límit. El dipòsit d'expansió està compost per un dipòsit acumulador en d'interior del qual es troba un coixí de gas que cedeix al augmentar la pressió de l'aigua.

*Figura 31-Vas d'expansió [9]*

✓ Bomba de circulació

La bomba de circulació és el motor que mou l'aigua a través de caldera, canonades i radiadors.



Figura 32-Bomba de circulació [9]

#### 1.9.2.14. Selecció del sistema de calefacció

Com s'ha comentat anteriorment, de la instal·lació existent en la vivenda, es preveu aprofitar el màxim d'instal·lació possible i per aquest motiu, des del principi del present projecte queda definit el sistema de calefacció que s'utilitzarà ja que serà el mateix sistema instal·lat actualment, és a dir, mitjançant radiadors amb caldera de gas que farà de recolzament al sistema solar projectat com a solució 1 del present projecte.

### 1.9.2. Solució 2: Bomba de calor geotèrmica

#### 1.9.2.1. Tipus de circuit i de bescanviador soterrat

##### Sistemes oberts

Un sistema obert utilitza els pous d'aigua subterrània com a font de calor, extreu i introdueix aigua en el pou. En la majoria de casos es necessiten dos pous, segons Figura 33, un per extreure l'aigua subterrània i un altre per tornar a introduir l'aigua al mateix aquífer del que va ser extreta.

En el cas de sistemes oberts es pot explotar una font poderosa de calor a un cost relativament baix. Per contrapartida cal dir que generalment aquests pous requereixen cert manteniment.

Aquests sistemes han de tenir certs requisits per tal de poder fer una instal·lació geotèrmica, i són els següents:

- ✓ Suficient permeabilitat per a poder obtenir la quantitat desitjada d'aigua subterrània de poca profunditat.
- ✓ Bones característiques químiques de l'aigua. Han de contenir poc ferro, per evitar problemes de salubritat, obstrucció i corrosió. Es solen utilitzar sistemes oberts per a instal·lacions de gran envergadura.



Figura 33-Bescanviador de calor per aigües subterrànies [21]

Els avantatges del sistema obert són: tenir un cost baix en comparació amb els sistemes tancats i tenir un rendiment elevat.

Els inconvenients del sistema obert són: falta de disponibilitat d'aigua, algunes aigües poden portar una gran quantitat de sals i espatllar el bescanviador en poc temps, problemes de drets sobre els aqüífers, el canvi de temperatura molt gran de les aigües segons les estacions, fet que afecte al rendiment del sistema.

## **Sistemes tancats**

### Sistemes geotèrmics horitzontals

El sistema tancat més fàcil d'instal·lar és el bescanviador de calor terrestre horitzontal. Degut a les restriccions d'àrea a Europa Central i Occidental s'instal·len les canonades de forma relativament densa, segons la Figura 34.





Figura 34- Bescanviador de calor horitzontal [21]

També hi ha un altre tipus de sistemes, que utilitzen principalment a EEUU i són els bescanviador en espiral, que solucionen una mica el problema d'espai, encara que continua tenint els mateixos inconvenients que els altres Figura 35.

Aquests sistemes s'utilitzen per bescanviar calor amb grans masses d'aigua ja siguin llacs naturals o artificials i el mar.

Els avantatges del sistema tancat són: Són més barats que els sistemes geotèrmics verticals, ja que els equips que s'utilitzen per aquestes instal·lacions també ho són i els operaris que es necessiten són menys qualificats.



Figura 35- Bescanviador de calor horitzontal en espiral [21]

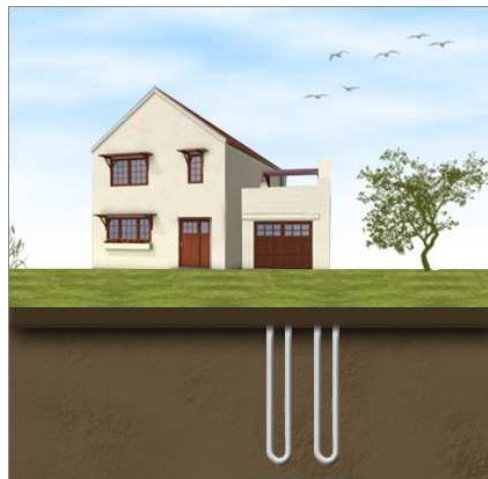
Els inconvenients del sistema tancat són: Que requereix una extensió de terreny relativament gran, per tant no es recomana en zones on el preu del

terreny és alt, també que hi ha variacions fluctuants en la temperatura del terra segons l'estació de l'any, les precipitacions i la profunditat a la que està la instal·lació i que el sistema en general té una baixa eficiència degut a aquestes fluctuacions.

### Sistemes geotèrmics verticals

Degut a que la temperatura a una determinada profunditat és constant durant tot l'any i degut a la necessitat d'instal·lar una capacitat suficient d'intercanvi de calor sota una superfície determinada, els bescanviador de calor terrestres verticals són els més adequats en aquestes situacions.

En un bescanviador de calor del tipus estàndard en una perforació, s'instal·len les canonades plàstiques de polietilè o de polipropilè i l'espai restant de la perforació s'omple amb un material que asseguri una conductivitat tèrmica elevada cap al terreny, Figura 36.



*Figura 36- Bescanviador de calor vertical [21]*

Els materials per reomplir la perforació i les parets del bescanviador de calor provoquen una resistència tèrmica. És per això, que s'han desenvolupat materials tèrmics específics per a reomplir les perforacions que minimitzen aquest efecte.



Un altre cas en els sistemes tancats verticals són els “pilars energètics”, segons Figura 37, en aquest cas, es recobreixen amb canonades de plàstic pilars profunds de formigó, pantalles subterrànies o altres peces de formigó construïdes en el subsòl.

Els tubs exploten el calor o el fred de la terra utilitzant l'aigua com a conductor. L'aigua freda s'escalfa en els pilars de formigó gracies al calor geotèrmia. L'aigua calenta, escalfa l'edifici mitjançant la interposició de la bomba tèrmica. A l'estiu, es pot utilitzar el sistema per a refrigeració segons la forma descrita anteriorment.



Figura 37-Pilars energètics [21]

Els avantatges dels pilars energètics són:

- ✓ A una determinada profunditat la variació de la temperatura i de les propietats tèrmiques es mantenen constants.
- ✓ Requereix relativament poc espai de terreny.
- ✓ Necessita una menor quantitat de tubs, i menys energia de bombeig.
- ✓ En general el sistema té una elevada eficiència.

Els inconvenients dels pilars energètics són:

- ✓ És un sistema car, ja que l'equip necessari per realitzar les perforacions al terra també és més car.
- ✓ En alguns terrenys la realització de les perforacions pot ser complicada.



### 1.9.2.2. Selecció del tipus de circuit i de bescanviador soterrat

En la ubicació geogràfica on es troba la vivenda objecte del present projecte, no es té cap tipus d'aigua subterrània i per tant, donada aquesta situació s'ha d'escollir un tipus de circuit tancat.

D'entre els circuits tancats, es tenen dues configuracions possibles que són, com hem vist anteriorment, els sistemes horitzontals i els verticals. Per acabar de definir el tipus de configuració de circuit tancat que més s'adequa a la vivenda del projecte, es realitza una matriu de decisió com es mostra a la Taula 15 amb diversos aspectes importants per a la seva decisió.

Els diferents aspectes de la matriu de decisió sumaran en total 10 punts, repartits entre tots els aspectes que es valoren. Cada tipus de bescanviador tindrà un valor del 0 al 10 en cadascun dels aspectes i el total de cada tipus de bescanviador serà la mitja ponderada de totes les puntuacions parcials.

Aspectes	Espai necessari	Cost de les perforacions	Estabilitat tèrmica del bescanviador	TOTAL
<b>Puntuació parcial</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>10</b>
VERTICAL	8	3	8	6,5
HORIZONTAL	2	7	5	3,8

Taula 15-Matriu de decisió de tipus de bescanviador soterrat

Veient els resultats obtinguts a la matriu de decisió, s'escull com a bescanviador soterrat el sistema vertical.

### 1.9.2.3. Material del bescanviador soterrat

El material més utilitzat en l'actualitat per als bescanviadors soterrats és el polietilè donat les seves propietats de gran resistència a la pressió i la seva conductivitat tèrmica. El polietilè (PE) és químicament el polímer més senzill. És químicament inert al contingut, fet que facilita la seva utilització en una gran varietat de sectors.

El polietilè (PE) és molt resistent a baixes temperatures, així com a la tensió, compressió i tracció.

El polietilè és un plàstic termoconformat molt resistent i amb unes excel·lents propietats químiques. Com a característiques principals del polietilè es podrien destacar les següents:

- ✓ Fisiològicament inofensiu (químicament inert al contingut)
- ✓ Hidròfug
- ✓ Extremada resistència al desgast, al tall i a les rascades
- ✓ Resistència als productes àcids i alcalins

A la Taula 16 es mostren les seves característiques tècniques.

PROPIETAT	UNITAT	NORMA	POLIETILÈ (PE)
Allargament al trencament	%	DIN 53455	800
Conductivitat Tèrmica	W/Km	DIN 52612	0,43
Coeficient de dilatació Tèrmica de 20°C a 50°C	m/m K		200·10 <sup>-6</sup>
Coeficient de Fricció			0,2
Densitat	g/cm <sup>2</sup>	DIN 53479	0,95
Duresa a la bola	N/mm <sup>2</sup>	DIN 53456	
Duresa "Shore"		DIN 53505	D65
Mòdul d'elasticitat	N/mm <sup>2</sup>	DIN 53457	900
Punt de fusió	°C	ASTM D789	138
Resistència Superficial		DIN 53482	1·10 <sup>13</sup>
Resistència al impacte	KJ/m <sup>2</sup>	DIN 53453	No es trenca
Resistència a la tracció	N/mm <sup>2</sup>	DIN 53455	28
Temperatura màxima d'ús	°C	NORMAL	80
	°C	AMB PUNTES	110
Temperatura mínima d'ús	°C		-100

Taula 16- Característiques tècniques del polietilè [8]



#### 1.9.2.4. Selecció del material del bescanviador soterrat

Com s'ha comentat anteriorment, s'escull el polietilè per a les canonades del bescanviador geotèrmic, entre altres, per les seves propietats referents a la pressió i conductivitat tèrmica.

#### 1.9.2.5. Bombes de calor geotèrmiques

Existeixen diverses possibilitats de classificar les bombes de calor, en el present projecte, s'indicaran en funció de la font energètica d'origen, ja sigui l'aigua o el subsòl. A continuació es mostren els tres tipus possibles: aigua - aire, aigua - aigua i terra - aigua.

##### ✓ Aigua – Aire

Tota font energètica en la qual la temperatura sigui de 0 °C o inferior, presenta el problema de l'extracció del gebre, com a conseqüència de la congelació del vapor d'aigua condensat a l'ésser la temperatura de la paret de l'evaporador negativa i inferior a la del punt de rosada. El màxim perill es planteja amb temperatures exteriors positives properes a 0 °C, doncs per sota d'aquesta temperatura el contingut d'aigua de l'aire exterior es molt petit.

Davant l'aire, l'aigua com a font energètica presenta indubtables avantatges, destacant les següents: temperatura més uniforme durant tot l'any, i possibilitat d'obtenir COP més constants. Degut a la major calor específica de l'aigua resulten equips més petits a igualtat de potència calorífica a subministrar que els que utilitzen l'aire com a focus fred, obtenint-ne uns coeficients de prestació superiors.

El nivell de soroll és menor perquè les bombes necessàries per a la impulsió d'aigua són més silencioses que els ventiladors necessaris per als equips d'aire; inclòs en èpoques fredes la temperatura de l'aigua permet que la màquina subministri totes les necessitats calorífiques, mantenint coeficients de



prestació alts i no essent precis en la major part de les ocasions un recolzament energètic auxiliar siguin calderes o resistències elèctriques.

Per tot això, una altra possible solució a aplicar és la de la bomba de calor aigua - aire, la qual extrau la calor d'un circuit d'aigua i el transfereix a un circuit d'aire. Sumant-li a més a més l'equivalent calorífic del treball del compressor.

Tradicionalment s'ha optat a les aigües superficials, rius i llacs, o aigües subterrànies poc profundes que mantenen una temperatura durant l'any entre 10° i 15°C aproximadament.

La major dificultat resideix en trobar prop un pou, riu o capa freàtica, els quals es troben a una temperatura mitja de +13 °C, per a que no es produeixin costos de bombeig importants.

Un altre avantatge es troba en que les aigües subterrànies tenen poca variabilitat en la seva temperatura el que permet a la màquina un funcionament regular, amb rendiments elevats.

A més a més, és possible l'ús del procediment de calefacció i refrigeració dins del mateix edifici, si es donen necessitats simultànies de calor i fred durant molts períodes de l'any.

En qualsevol cas la previsió d'una bomba de calor aigua - aire queda restringida a edificacions amb ubicació pròxima a masses d'aigua que hauran d'existir en quantitats suficients per a que es garanteixi el funcionament de la instal·lació durant l'any.

Així doncs resulta evident la major complicació tècnica de la instal·lació i la necessitat de comptar amb grans quantitats d'aigua, així com les mesures de control d'aquesta, que ha de complir determinats requisits.

És per això que la seva projecció futura sembla orientar-se cap a la seva conjunció amb l'energia solar, el que simplifica la seva instal·lació i proporcionaria estalvi energètic.



---

### ✓ Aigua – Aigua

El seu funcionament és similar al anterior, doncs obtenen l'energia d'un circuit d'aigua transferint aquesta juntament amb la consumida pel compressor a un altre circuit també d'aigua a major temperatura.

Els requisits en quant a qualitat del líquid i eventual ubicació prop d'un llac, capa freàtica, pou, etc., són els mateixos del cas anterior, juntament amb el bombeig d'aigua normalment entre dos pous, un d'alimentació i un altre de retorn.

L'aigua ha de tornar-se al lloc d'origen després del seu refredament, la qual cosa pot crear problemes per baixa inèrcia tèrmica. La utilització correcta de l'aigua subterrània exigeix la construcció de dos pous separats, un per a l'alimentació i un altre per al retorn de l'aigua refredada per l'evaporador.

Reduint el valor de la temperatura de generació es pot augmentar el rendiment de la bomba de calor. Una solució consisteix en augmentar la superfície de la instal·lació per a augmentar la radiació i, per tant, reduir la seva temperatura unitària.

El sistema de terra radiant pot funcionar amb una temperatura de 35 °C i inferiors en lloc dels 70 °C d'una instal·lació convencional, sent així un sistema favorable per a la bomba de calor aigua - aigua. La calefacció per terra radiant permet obtenir coeficients de rendiments de l'ordre de 5.

La utilització de col·lectors solars resulta molt adequat, tot i que la instal·lació sigui certament complexa. És fàcil apreciar que la inversió requerida serà molt alta ja que al cost de la bomba de calor se l'ha de sumar el de la instal·lació solar.

Mitjançant un sistema de canalitzacions exclusivament d'aigua per tot l'edifici, es poden organitzar els terminals en cada local amb les bombes de calor ajustades estrictament a les seves diferents necessitats termo - frigorífiques,





resolent-se així amb senzills elements de tipus fan-coil, exigències de calor i fred simultàniament utilitzant una regulació que fa que el funcionament pugui independitzar-se totalment.

✓ Terra – Aigua

Aquest tipus és molt similar al anterior, però és el subsòl la font freda en base a la seva temperatura molt constant i uniforme derivada de la seva gran inèrcia tèrmica. S'han fet estudis sobre aquesta solució, degut als diferents tipus de sòl, humitats o inèrcia dels mateixos, etc., amb vistes a la seva possible utilització, però la realitat és que, actualment, es troben pràcticament limitades a la calefacció de les vivendes unifamiliars aïllades.

És necessària una considerable quantitat de terreny per a soterrat el bescanviador exterior, recorregut per un cabal d'aigua o d'aigua glicolada si existeix el risc de congelació, que serveix de captador d'energia tèrmica acumulada al subsòl.

El subsòl actua com un fluid tèrmic en un bescanviador soterrat que es troba constituït per tubs de plàstic de polietilè soterrats a una certa profunditat (segons les necessitats tèrmiques de l'edifici), amb aigua glicolada en forma de serpentins que s'escalfen a una certa temperatura.

La bomba de calor que utilitza en l'evaporador l'aigua procedent de la instal·lació soterrada es troba al interior de l'edifici, on es produeix aigua calenta per a ser utilitzada en el circuit de calefacció per terra radiant o amb convectors per a generar aire calent, on es requereixen nivells tèrmic excessivament elevats.

Les necessitats d'espai (de 2 a 4 vegades la superfície total construïda de l'edifici en distribucions horitzontals), així com els problemes derivats del moviment de terres i inclús refredament del propi terreny per l'acció de la bomba de calor (especialment en sòls humits), poden produir formació de gel i possibles moviments dels terrenys durant el posterior desgel.



En tot cas, disposant de l'espai exterior suficient, es poden satisfer d'una forma segura les necessitats calorífiques i frigorífiques de la vivenda, amb la possible contrapartida d'ocupar pràcticament tota la superfície pròxima a l'edifici amb serpentins instal·lats al subsòl, el que fa a la pràctica impossible el seu ús en nuclis urbans, excepte en zones cuitat - jardí.

#### 1.9.2.6. Selecció de la bomba de calor geotèrmica

Donat que en la zona geogràfica on es troba la vivenda objecte del present projecte no hi cap tipus de aigua subterrània, el tipus de bomba geotèrmica seleccionada serà del tipus terra – aigua.

Després d'una primera selecció entre les bombes de calor que s'han trobat al mercat, s'han seleccionat dos per a comparar-les entre elles:

- ✓ Bomba de calor VAILLANT VWS141/2 (Taula 17)
- ✓ Bomba de calor IMMOSOLAR IS-SW (Taula 18)

En les properes dues taules es mostren les característiques principals de cada una de les bombes de calor seleccionades.

Bomba de calor VAILLANT VWS141/2	
Potència calefacció (kW)	10,4
COP	4,4
Vasos d'expansió incorporats (L)	----
Cabal bomba circulació circuit calefacció (L/h)	1.803
Pressió disponible bomba circ. Calefacció (mbar)	399
Cabal bomba circulació circuit exterior (L/h)	2.530
Pressió disponible bomba circ. exterior (mbar)	216
Tipus compressor	Hermètic SCROLL
Tipus refrigerant	R-407c
Intensitat màxima absorbida (A)	< 45
Dimensions (mm)	835 x 600 x 1.200
Nivell sonor (dB)	53
Preu (€)	8.950

Taula 17- Característiques principals bomba de calor VAILLANT [23]



<b>Bomba de calor IMMOSOLAR IS-SW</b>	
Potència calefacció (kW)	11,3
COP	4,6
Vasos d'expansió incorporats (L)	12/12
Cabal bomba circulació circuit calefacció (m <sup>3</sup> /h)	2,0
Pressió disponible bomba circ. Calefacció (bar)	30
Cabal bomba circulació circuit exterior (m <sup>3</sup> /h)	2,8
Pressió disponible bomba circ. exterior (bar)	30
Tipus compressor	Hermètic SCROLL
Tipus refrigerant	R-407c
Intensitat màxima absorbida (A)	10
Dimensions (mm)	780 x 620 x 1150
Nivell sonor (dB)	42
Preu (€)	8.570

Taula 18-Characterístiques principals bomba de calor IMMOSOLAR [22]

Donat que les dues bombes seleccionades compleixen sobradament les necessitats mínimes de la instal·lació en quant a prestacions tècniques, es realitza una matriu de decisió amb els paràmetres que creiem més significatius per al present projecte com són: dimensions reduïdes, baix nivell sonor i preu.

Els diferents aspectes de la matriu de decisió, segons Taula 19, sumaran en total 10 punts, repartits entre tots els aspectes que es valoren. Cada tipus de bomba geotèrmica tindrà un valor del 0 al 10 en cadascun dels aspectes i el total de cada tipus de bomba geotèrmica serà la mitja ponderada de totes les puntuacions parcials.

Aspectes	Dimensions	Nivell sonor	Preu	TOTAL
<b>Puntuació parcial</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>10</b>
VAILLANT	5	4	6	5,2
IMMOSOLAR	6	8	8	7,6

Taula 19-Matriu de decisió de bomba de calor geotèrmica

Observant els resultats obtinguts en la matriu de decisió es selecciona la bomba de calor IMMOSOLAR IS-SW.



## 1.10. Resultats finals

### 1.10.1. Descripció de la instal·lació solar tèrmica

#### 1.10.1.1. Descripció general

Es tracta d'un sistema d'ACS i recolzament de calefacció mitjançant energia solar tèrmica, en el què hi ha una caldera de gas natural per assegurar la potència tèrmica a l'hivern.

El dimensionat d'aquesta instal·lació permetrà proveir amb una bona cobertura el servei d'ACS durant tot l'any, a la vegada que servirà per donar suport a les necessitats de calefacció als mesos d'hivern.

La instal·lació constarà, bàsicament, d'un circuit primari, on hi circularà la mescla d'anticongelant que escalfarà l'aigua del tanc d'ACS i l'aigua del tanc de la calefacció, mitjançant els respectius serpentins de bescanvi.

A més, cada dipòsit, ple d'aigua que arriba directament de xarxa, tindrà la seva sortida des d'on s'impulsarà l'aigua cap la caldera, on es reescalfarà l'aigua en cas necessari, quan no hagi assolit la temperatura de servei dins el tanc, i des d'on es distribuirà al consum d'ACS o circuit de calefacció.

La instal·lació solar al complet, s'ubicarà a la terrassa de la vivenda, els col·lectors ubicats a la part de teula inclinada i els dos dipòsits ubicats a la part de coberta plana.

El fet de que la instal·lació tingui dos finalitats, ACS i calefacció, fa que calgui establir prioritats. En primer lloc es dona prioritat a l'escalfament de l'acumulador solar d'ACS fins arribar a la temperatura de 60 °C.

Un cop assolida aquesta temperatura, el sistema solar injecta l'energia sobrant al dipòsit d'inèrcia del sistema de calefacció escalfant-lo fins a la temperatura adequada per al seu ús. Un cop assolida, el control de calefacció aprofita l'energia emmagatzemada al dipòsit per enviar-la als elements emissors (radiadors) fins esgotar-la, moment en què es posa en marxa la caldera convencional aportant l'energia extra que necessita el sistema de calefacció.



Evidentment, la caldera pot funcionar o aturar-se segons la quantitat d'energia que hagi de subministrar i això està relacionat amb l'energia emmagatzemada al dipòsit de calefacció. Si l'energia produïda pels captadors no fos suficient en algun moment donat per cobrir les necessitats d'ACS, el dipòsit acumulador d'ACS també es troba connectat amb la caldera podent actuar aquesta com a suport.

Si en algun moment es produís el cas que tant el sistema d'ACS com el de calefacció no poguessin absorbir tota la producció solar, entraria en marxa el dissipador d'escalfor instal·lat en la xarxa de col·lectors, actuant com a dissipador tèrmic dels captadors solars.

D'aquesta manera s'evitarien problemes de sobreescalfament i les conseqüències desagradables que això comporta per als materials de la instal·lació.

#### 1.10.1.2. Emplaçament de la instal·lació

El circuit de col·lectors solars s'instal·laran a la teulada sud-est de la coberta inclinada i els dipòsits acumuladors s'instal·laran a la coberta plana com s'observa a la Figura 38. La caldera es queda ubicada en la seva posició actual (que es dintre de la cuina), on es situa verticalment sota dels acumuladors de la coberta plana.

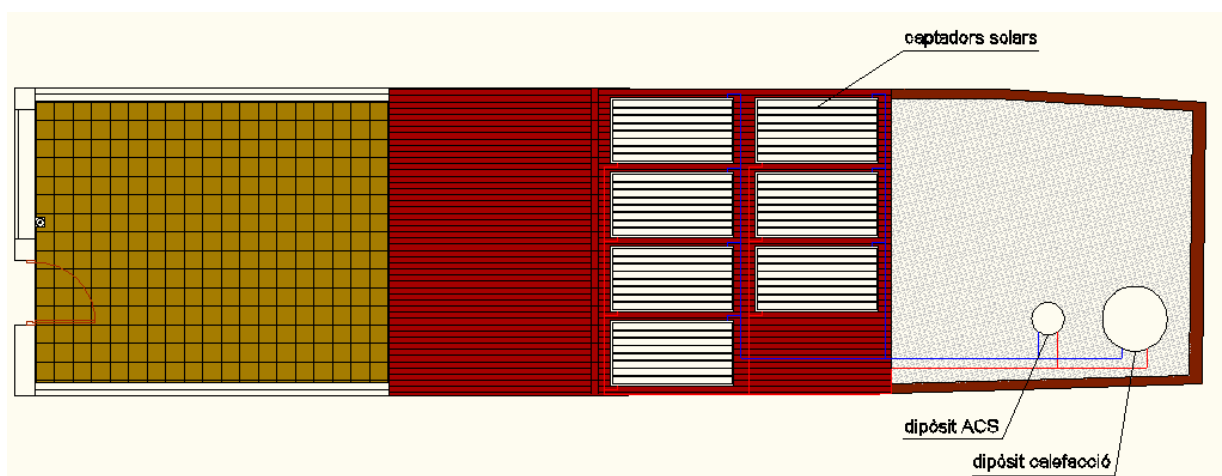


Figura 38-Emplaçament de la instal·lació solar tèrmica



### 1.10.1.3. Descripció del circuit primari

Els elements del circuit primari, tenen com objectiu principal aprofitar al màxim l'energia solar que arriba als captadors. Això s'aconsegueix mitjançant un circuit tancat per on hi flueix una barreja d'aigua amb anticongelant (propilenglicol).

El fluid caloportador, aigua amb anticongelant, s'impulsa amb una bomba de circulació fins als col·lectors solars, on la temperatura d'aquest augmentarà degut a la transmissió d'energia.

Un cop calent el fluid passarà pel serpentí del tanc d'ACS o bé pel serpentí del dipòsit acumulador per la calefacció, o bé per tots dos, depenent de quines siguin les necessitats en els respectius dipòsits acumuladors.

Els elements de regulació del circuit primari actuaran de manera que s'aprofiti al màxim l'energia solar i no es produeixin sobrepressions o temperatures excessivament elevades en el fluid.

El llistat d'elements presents als plànols, inclosos dins el circuit primari, es pot observar detalladament a la Taula 20. Ja que a l'estiu no es necessita aigua calenta per a calefacció, el fluid del circuit solar no podrà circular pel serpentí del dipòsit d'inèrcia perquè es tancarà amb les corresponents vàlvules de tall (VT-13 i VT-14). Amb un captador serà suficient per garantir la cobertura solar d'ACS (veure apartat 3.1.9 dels annexes) i a la vegada es produiran menys pèrdues de càrrega en les canonades, disminuint així el consum elèctric de la bomba de circulació.

CODI	Element	CODI	Element
CS	Col·lector solar	B	Bomba de circulació
CR	Centraleta de regulació	M	Manòmetre
E	Vas d'expansió	P	Purgador d'aire dels col·lectors
I	Sensor de radiació solar	T	Sonda de temperatura
Ta	Sonda de temperatura ambient	ET	Electrovàlvula de tres vies



CODI	Element	CODI	Element
VR	Vàlvula antiretorn	VE	Vàlvula d'equilibrat
VP	Vàlvula reductora de pressió	VS	Vàlvula de seguretat
VT	Vàlvula de tall	VB	Vàlvula de buidat
F	Filtre		

Taula 20-Nomenclatura dels elements del circuit primari

### **Captadors solars**

- ✓ Marca i model del captador escollit per la instal·lació: seran tots de la mateixa marca i model, serà de tipus pla, ja que amb un cost intermedi assoleix temperatures de treball suficientment elevades per a les necessitats requerides.

Com es pot veure a l'apartat 3.1.5 de l'annex, el captador seleccionat és el TAKAMA T2-INOX. Les seves dimensions i característiques tècniques es poden veure a la taula 8 del plec de condicions.

El rendiment al llarg de l'any per un col·lector d'aquest model prendrà els valors de la Taula 21, segons el calculat a l'apartat 3.1.6 dels annexes del projecte.

Mes	$\eta$ (%)
Gener	61,9%
Febrer	68,3%
Març	67,5%
Abril	66,5%
Maig	69,3%
Juny	69,2%
Juliol	70,7%
Agost	71,9%
Setembre	70,6%
Octubre	68,8%
Novembre	57,1%
Desembre	52,1%

Taula 21-Rendiment del captador en els mesos de l'any



- ✓ Nombre de captadors, el nombre de col·lectors a instal·lar serà 7 segons el calculat als apartats 3.1.8 i 3.1.9, identificats als plànols com CS-01 fins al CS-07. Aquests s'instal·laran a teulada sud-est de la vivenda (veure plànols), amb orientació sud-est i amb la mateixa inclinació que té la coberta, que són  $27^{\circ}$  respecte l'horitzontal. Aquest es col·locaran en dues files, una amb 4 col·lectors, i una altra amb els tres restants, ja que era la única manera de col·locar els 7 captadors a la coberta sud-est de la vivenda.
- ✓ Subjecció, per a subjectar els captadors a la coberta, s'utilitzaran els suports homologats del mateix fabricant.
- ✓ Separació entre files de captadors, l'únic requeriment que indica la normativa és que no es poden projectar ombres unes plaques sobre de les altres. L'estudi d'ombres relatiu a aquest projecte no té sentit ja que les plaques estaran col·locades amb la mateixa inclinació que la coberta, és impossible que es projectin ombres. Com no es té aquest impediment, les distàncies entre captadors a estat la mínima per a poder-hi ubicar els tubs de connexió i fer encabir els captadors a la coberta.
- ✓ Connexió dels captadors, els col·lectors es connectaran en paral·lel, col·locats en dues files de quatre i tres connectades també en paral·lel.

Per permetre equilibrar les dues files de captadors entre si, s'instal·larà a cadascuna una vàlvula d'equilibrat VE-1 i VE-2 (veure plànols). Aquestes vàlvules seran de la marca comercial Salvador Escoda, model STAD-20.

### **Fluid caloportador**

El fluid caloportador serà una mescla d'aigua i anticongelant. Les dues substàncies més utilitzades per evitar que el fluid que circula pels col·lectors es congeli en cas que la temperatura exterior baixi dels  $0^{\circ}\text{C}$  són l'etilenglicol i el propilenglicol. Tenint en compte que el segon és pràcticament innocu per la



salut humana, aquest serà el líquid emprat. Els càlculs i els resultats referents a la mescla aigua - propilenglicol s'han desenvolupat a l'apartat 3.1.3 dels annexes, i a la Taula 22 es pot observar un resum de propietats de la mescla d'aigua i propilenglicol.

El volum de propilenglicol en la mescla amb aigua serà del 34,4% segons el calculat en l'apartat 3.1.3 dels annexes del projecte. L'ompliment es farà per la part baixa de la instal·lació mitjançant les claus de pas destinades a aquest fi, VT-19 i VT-20.

BARREJA PROPILENGLICOL - AIGUA	
Punt de fusió (°C)	-16,4
% en massa de propilenglicol	35
% en volum de propilenglicol	34,4
Densitat (kg/m <sup>3</sup> )	1009
Calor específic (kJ/kg °K)	3,9
Viscositat dinàmica (m Pa s)	1,15
temperatura d'ebullició a 100 kPa (°C)	102,8
Conductivitat tèrmica (w/mK)	0,5

Taula 22-Resum de les propietats del fluid caloportador del circuit primari [24]

### **Cabal circulant**

El cabal circulant pel circuit primari escollit serà de  $1,4 \frac{l}{s}$  per cada 100 m<sup>2</sup> de superfície de captació ja que el document HE-4 del CTE sobre l'estalvi d'energia estableix que ha d'estar comprès entre 1,2 i  $1,6 \frac{l}{s}$  per cada 100 m<sup>2</sup>.

Com que la densitat del fluid caloportador és de  $1.009 \frac{kg}{m^3}$ , el cabal màssic circulant serà  $0,014126 \frac{kg}{s} \cdot m$  (veure apartat 3.1.4 dels annexes).

### **Dimensionament de les canonades**

A l'apartat 3.1.15 dels annexes, s'escull i dimensiona el tipus de canonada més convenient en la instal·lació. Serà de coure, per les seves bones prestacions:



pèrdues de càrrega reduïdes gràcies a la seva baixa rugositat, alta resistència a la corrosió i facilitat de muntatge.

El tipus de canonada escollida és el M perquè pot suportar les baixes pressions de la instal·lació sense necessitar més espessor de paret.

El diàmetre de les canonades del circuit primari serà de 1" en els ramals de canonada d'entrada i sortida dels captadors, i de ¾" en tot el circuit de col·lectors. Caldrà aplicar un pendent mínim de l'1% en la instal·lació de les canonades per facilitar el buidat de la instal·lació, i complint així amb l'indica't a l'apartat 3.3.5.2. del document HE-4 del CTE.

L'aïllament de les canonades ha estat calculat a l'apartat 3.1.19 dels annexes, d'acord a l'indica't al RITE i amb el document HE-4 del CTE. Respectant aquests documents, s'aïllaran aquells trams de canonada que passin per l'exterior i els que passin per l'interior de dependències no condicionades. Les característiques del tipus d'aïllament a aplicar en cada tram es poden veure a la Taula 23.

Zona	Local	Diàmetre nominal (")	Diàmetre exterior (mm)	$\lambda_{ref}$ (W/m·°C)	$e_{ref}$ (mm)	$e_{min}$ (mm)	$e_{min}$ (mm)	Tipus aïllament
<b>Circuit primari</b>	Exterior	¾	22,23	0,04	30	26,16	27	1 (22 x 19) + (42 x 9)
	Exterior	1	28,58	0,04	30	26,40	27	1 (28 x 19) + 1 (48 x 9)
<b>Circuit ACS</b>	Exterior	¾	22,23	0,04	30	26,16	27	1 (22 x 19) + (42 x 9)
<b>Calefacció</b>	Exterior	1	28,58	0,04	30	26,40	27	1 (28 x 19) + 1 (48 x 9)

Taula 23-Coquilles que s'instal·laran en cada tram de la instal·lació

El tipus d'aïllament escollit serà de marca Isocell, fabricat a partir d'un elastòmer extruït de cèl·lula tancada de nitril-PVC. És apte per a ser instal·lat a



l'exterior i té una resistència al foc M1. Per a unir les coquilles d'aïllant s'emprarà cinta adhesiva de la marca DENSO.

### **Bomba de circulació**

Segons els càlculs de l'apartat 3.1.17, la bomba de circulació del circuit primari ha de vèncer unes pèrdues de càrrega de 1727 mm.c.a.

La bomba instal·lada serà centrífuga, ja que les bombes d'aquest tipus poden desenvolupar una elevada potència i tenen un manteniment baix i un cost inicial reduït. Poden mantenir un cabal constant força elevat i tenen una gran possibilitat de regular el cabal segons les necessitats. Per aquestes raons són les que més s'utilitzen en instal·lacions solars tèrmiques.

La bomba escollida és un el grup hidràulic de la marca comercial ROCA, model KHS10 que compleix amb els requeriments necessaris pel circuit primari de la present instal·lació. Les característiques d'aquest grup hidràulic s'enumeren a la Taula 24.

	Grup hidràulic Roca KHS10 Compact
Potència màxima [W]	65
Potència mínima [W]	45
Potència econòmica [W]	30
Alçada màxima [m.c.a]	4,8
Cabal màxim [m <sup>3</sup> /h]	3,2
Nombre de velocitats	3
Alimentació elèctrica [V]	Monofàsic 230
Intensitat màxima [A]	0,28
Temperatura màxima [°C]	100

*Taula 24- Característiques grup hidràulic Roca [25]*

La bomba s'instal·larà a la canonada d'impulsió del fluid cap als captadors, a la part més baixa del circuit, evitant la cavitació. Aquesta bomba es troba identificada al diagrama d'enginyeria amb el codi B-01.

La bomba disposarà de dues vàlvules de tall, una a l'entrada, VT-05 i una a la sortida, VT-07. S'instal·larà, també, un filtre de partícules sòlides a l'aspiració,



F-01, i un manòmetre que llegirà la pressió a la sortida de la bomba, M-03. Finalment, es col·locarà una vàlvula antiretorn, VR-02, que assegurarà el bon sentit del flux.

### **Vas d'expansió**

Al circuit primari caldrà la instal·lació d'un vas d'expansió, que té la funció d'absorbir les variacions de volum del fluid caloportador contingut en un circuit tancat al variar la seva temperatura mantenint la pressió entre límits preestablerts.

Segons els càlculs de l'apartat 3.1.18.1 dels annexes, el volum mínim del vas d'expansió és de 3,20 L. S'ubicarà a l'aspiració de la bomba de circulació (B-01), serà tancat, de membrana fixa i de la marca comercial Salvador Escoda, model 5 CMF amb una capacitat de 5 L. En el diagrama d'enginyeria es troba identificat com E-01.

### **Dissipador d'escalfor**

Segons l'apartat 3.2.2.3 del document HE-4 del CTE, la instal·lació ha d'estar dotada de protecció contra sobreescalfament amb algun tipus de dispositiu manual o automàtic que eviti danys als materials o equips. Existeix al mercat un element especialment dissenyat amb aquest fi, el dissipador de escalfor. S'escull un dissipador de escalfor de 4000 W pertanyent a la marca comercial Salvador Escoda, model CE 19 912.

El dissipador d'escalfor és bàsicament un bescanviador d'escalfor amb el medi ambient, que actua quan la instal·lació assoleix temperatures superior a 90 °C. En el seu funcionament normal, el fluid caloportador passa exclusivament pel camp de captadors, i una vàlvula de retenció simple que porta incorporada impedeix la circulació a través de l'equip.

Amb temperatures inferiors a 90 °C la vàlvula obre el pas de l'aigua a la instal·lació i manté tancada la via cap al bescanviador de calor.



## **Centraleta de regulació**

S'instal·larà una centraleta de regulació marca Resol, model DELTASOL. Aquest model està dissenyat especialment per sistemes amb dos tancs d'emmagatzematge, com és el cas. S'identifica en el diagrama d'enginyeria com a CR-1.

El seu sistema d'actuació consistirà en que mentre la temperatura del fluid caloportador a la sortida dels captadors sigui superior als 60 °C, la bomba de recirculació estarà en funcionament continu, transmetent d'aquesta manera, l'energia captada pel sol a l'aigua acumulada en el dipòsit.

En el moment en que la temperatura del fluid caloportador sigui inferior als 60 °C la bomba deixarà de funcionar. Per una altra banda, la temperatura del termòstat del dipòsit s'ajustarà a 60 °C, garantint el subministrament d'ACS a la mínima temperatura requerida (60 °C).

Estarà connectada als següents elements de mesura i control:

- ✓ Sensor d'irradiació I-01.
- ✓ Sonda de temperatura del retorn solar T-01.
- ✓ Sonda de temperatura ambient Ta-01.
- ✓ Electrovàlvula de tres vies ET-01 i ET-3.
- ✓ Bomba de circulació B-01.
- ✓ Caldera de gas natural.
- ✓ Sonda de temperatura del dipòsit d'ACS T-02.
- ✓ Sonda de temperatura del dipòsit d'inèrcia T-03.

La centraleta de regulació executarà 4 instruccions alhora i en bucle continu:

Instrucció 1: Regula com actuen els elements del primari segons la temperatura del tanc d'ACS. En essència, la instal·lació solar proporcionarà calor al tanc d'ACS quan la temperatura del tanc sigui inferior a 60 °C però no superior a 65 °C, sempre i quan hi hagi prou radiació solar. El valor de la radiació solar es



fixa en  $200 \frac{W}{m^2}$ , com a valor per sota del qual el rendiment dels col·lectors s'anul·la.

Si la temperatura de l'aigua del tanc d'ACS és inferior a  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  i l'energia solar, per les raons que siguin, no pot proporcionar-li calor, l'aigua que surt del tanc, abans d'arribar pel punt de demanda es reescalfarà en el seu pas per la caldera.

Instrucció 2: Regula com actuen els elements segons la temperatura del dipòsit d'inèrcia. En essència, la instal·lació solar proporcionarà calor al tanc d'inèrcia quan la temperatura del tanc sigui inferior a  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ , sempre i quan hi hagi prou radiació solar.

Si la temperatura de l'aigua del tanc d'inèrcia és inferior a  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  i l'energia solar, per les raons que siguin, no pot proporcionar-li calor, l'aigua del tanc es reescalfarà en el seu pas per la caldera abans d'entrar al circuit de calefacció.

Instrucció 3: La seva missió és evitar que el fluid caloportador del primari entri als bescanviadors si no surt dels col·lectors a una temperatura superior a la dels dipòsits, per tal d'evitar que es refredin.

En cas que hi hagi prou radiació solar, s'engegarà la bomba de circulació per tal d'intentar escalfar el fluid fins a una temperatura que garanteixi l'aportació solar. En cas contrari s'apagarà la bomba de circulació per evitar que funcioni en va i que el fluid es refredi al passar pels col·lectors.

També té la funció de protegir la instal·lació, juntament amb el dissipador d'escalfor: en el moment en que la temperatura de l'aigua del dipòsit arribi als  $90\text{ }^{\circ}\text{C}$  degut a la gran captació d'energia a través dels col·lectors i el conseqüent sobreescalfament del fluid caloportador, s'alliberarà aigua calenta del dipòsit directament a la xarxa de clavegueram a través de l'electrovàlvula i l'embut de descàrrega per donar entrada a aigua freda de la xarxa i aconseguir d'aquesta manera reduir la temperatura del fluid caloportador per sota dels  $90$



°C, i evitar així l'ebullició tant del fluid caloportador com de l'aigua del dipòsit, situació gens desitjada.

Instrucció 4: Aquesta última controla el funcionament de la caldera per fer el recolzament d'escalfament d'ACS i de calefacció quan els col·lectors solars no poden subministrar suficient energia i quan la temperatura de l'aigua dels tancs sigui inferior a 60 °C.

### **Vàlvules i altres elements del circuit primari**

- ✓ Vàlvula de seguretat, s'instal·larà una vàlvula de seguretat, per prevenir sobrepressions o temperatures excessives en el circuit. La vàlvula de seguretat serà de marca comercial ROCA, i se li assignarà el codi VS-01.

La pressió màxima s'establirà en 300 kPa (3 bar) relatiu, però es podrà regular entre 200 i 800 kPa. El fet d'impedir sobrepressions també protegirà el circuit de temperatures excessives del fluid caloportador, ja que quan el fluid comenci a bullir els vapors augmentaran la pressió i el fluid serà evacuat sense més conseqüències.

- ✓ Vàlvula de tall, la seva funció és interrompre manualment el pas de fluids en determinats punts dels circuits. Les vàlvules de tall manuals seran de bola, ja que permeten la regulació tot o res que és necessària a la instal·lació. Seran de la marca Salvador Escoda, de llautó, amb els codis VT-01 a VT-09, VT-13, VT-14, VT-19 i VT-20.
- ✓ Vàlvula de buidat, serà una vàlvula de bola, de marca Salvador Escoda, que servirà per deixar pas lliure cap a l'exterior al fluid caloportador contingut en el circuit primari en cas necessari. S'instal·la juntament amb un embut de descàrrega, i es denomina VB-01, VB-02 i VB-03.



- ✓ Vàlvula d'equilibrat, serà una vàlvula de marca Salvador Escoda, que servirà per poder equilibrar les dues files de captadors solars. S'identifiquen amb el codi VE-01 i VE-02.
- ✓ Vàlvula antiretorn, es situen quatre vàlvules antiretorn, Salvador Escoda, en el circuit primari per assegurar el bon sentit de circulació del flux pel circuit hidràulic. S'identifiquen com VR-01 a VR-04.
- ✓ Electrovàlvula de tres vies: tindran la funció de deixar circular o no el fluid caloportador cap als bescanviadors de calor dels dipòsits, segons les ordres que arribin des de la centraleta de regulació solar.

Seran de tipus tot o res, ja que han de permetre el pas o no cap als respectius serpentins dels tancs, per aquesta instal·lació s'ha elegit el model SF 20 EB de la marca Salvador Escoda. Les instal·lades són ET-01, ET-02 i ET-03.

- ✓ Purgadors d'aire, a les parts altes dels captadors solars (canonades de retorn) s'instal·laran purgadors d'aire automàtics per eliminar l'aire que pugui acumular-se. Se'n col·locaran dos: un al captador CS-4, per ser l'últim element de la primera fila i un al captador CS-7, per ser l'últim de la segona fila, identificats al diagrama d'enginyeria com a P-01 i P-02.

Seran purgadors de boia, de la marca comercial ROCA model FLEXVENT (especialment destinats a aplicacions solars). Es connectaran mitjançant T's de coure amb reducció de secció.

- ✓ Manòmetres, s'instal·laran tres manòmetres d'agulla, de la marca comercial Salvador Escoda, que llegiran fins a 400 kPa relatius per tal de poder comprovar el correcte funcionament de la instal·lació.

El manòmetre M-03 es situarà després de la bomba de circulació i el M-01 i el M-02 a la sortida dels col·lectors. S'instal·laran amb una T i una reducció de secció cadascun.





- ✓ Sonda de temperatura, es col·locarà una sonda en el circuit primari a la canonada de sortida d'aigua dels captadors (T-01). Serà de tipus PT1000, que significa que es basa en el fet que a mesura que augmenta la temperatura, els metalls augmenten la seva resistència elèctrica. El nom es deu a que estan fetes de platí i presenten una resistència de 1.000 ohms a 0 °C. Serà de marca Resol i model FKP 5,5, muntada sobre una T de marca Resol model T28.
- ✓ Sensor d'irradiació, informarà a la centraleta de regulació solar sobre la quantitat de radiació solar Instantània en un moment donat, serà de la marca Resol, model CS10, i s'identifica com I-01.

### **Característiques de la caldera**

Segons els càlculs de l'apartat 3.1.13 dels annexes, la potència necessària de la caldera és d' aproximadament 10 kW. S'utilitzarà la caldera instal·lada actualment que és de la marca Saunier Duval, model ThemaClassic, amb una potència útil de 22,6 kW, dimensions 700x400x295mm, 28 kg, amb mètode de producció instantani i pressió màxima del circuit 3 bars.

La caldera es troba connectada a la sortida del dipòsit acumulador d'ACS i a la sortida del dipòsit acumulador de calefacció, mitjançant un vàlvula de tall i una antiretorn en cada cas, i des de la caldera, es subministra tant l'ACS com l'aigua al circuit de calefacció. Es troba instal·lada a la cuina de la vivenda.

### **Estalvi energètic**

La instal·lació solar aconseguirà estalviar aproximadament un total de 40063 MJ/any equivalents a 11129 kWh, de l'energia tèrmica que es consumeix a la habitatge amb ACS i calefacció segons els càlculs de l'apartat 3.1.22 dels annexes del projecte.

#### 1.10.1.4. Descripció del circuit d'ACS

El circuit d'ACS té la funció d'obtenir aigua freda de la xarxa, escalfar-la mitjançant l'energia solar dins d'un tanc, i, quan es requereixi el seu ús, enviar-la al punt de demanda passant per la caldera, on aquesta determina si és necessari elevar-ne més la temperatura o, si per contra, ja es troba a la temperatura de servei, la caldera no s'engega i l'aigua i es condueix fins al punt de consum.

El llistat d'elements presents als plànols inclosos dins la el circuit d'ACS es pot veure a la Taula 25.

CODI	Element
Acumulador ACS	Dipòsit acumulador d'ACS
VP	Vàlvula reductora de pressió
VS	Vàlvula de seguretat
VR	Vàlvula antiretorn
VT	Vàlvula de tall
VB	Vàlvula de buidat
M	Manòmetre
T	Sonda de temperatura
F	Filtre

Taula 25- Nomenclatura dels elements del circuit d'ACS

#### Dipòsit acumulador d'ACS

La seva funció és emmagatzemar aigua calenta per al consum d'ACS. Tindrà una entrada d'aigua freda de la xarxa. Disposarà d'un serpenti bescanviador per on circularà el fluid caloportador provinent dels col·lectors solars quan aquests puguin proporcionar energia tèrmica. La sortida d'aigua calenta passarà per la caldera on aquesta es posarà en funcionament depenent si la temperatura és o no la de consum (60 °C).

El volum d'acumulació, calculat a l'apartat 3.1.11, serà de 200 l, complint amb el document bàsic d'estalvi d'energia HE-4 del CTE, Contribució solar mínima

per ACS, que especifica que, amb les dades del present projecte, el volum mínim ha d'estar entre 129,5 i 466,2 L i la superfície d'intercanvi del serpentí ha d'estar entre 0.71 i 0,95 m<sup>2</sup>. El dipòsit acumulador d'ACS serà de la marca SONNENKRAFT, model ELB200R2E, amb les característiques que es mostren a la Taula 26.

Aquest es situarà a la coberta plana de la vivenda. L'acumulador d'ACS contindrà aigua a 60 °C, complint les especificacions de la norma UNE 100030.

<b>Capacitat</b>	200 litres
<b>Diàmetre amb aïllament</b>	540 mm
<b>Alçada amb aïllament</b>	1432 mm
<b>Pes</b>	85kg
<b>Temperatura de servei ACS</b>	95 °C
<b>Superfície del serpentí</b>	0,95 m <sup>2</sup>
<b>Pressió de servei</b>	10 bar
<b>Capacitat del bescanviador solar</b>	6,4 litres
<b>Material aïllant</b>	Poliuretà d'alta densitat
<b>Protecció contra la corrosió</b>	Ànode de magnesi
<b>Material del dipòsit</b>	Acer vitrificat

Taula 26- Característiques tècniques del dipòsit acumulador d'ACS [26]

- ✓ Sonda de temperatura, la sonda T-02 del dipòsit d'ACS serà de tipus PT1000 i s'introduirà dintre del dipòsit per a poder llegir la temperatura del interior del tanc. Serà de la marca comercial Resol, model FKP150.
- ✓ Manòmetre, a l'interior del dipòsit acumulador s'instal·larà un manòmetre, de la marca comercial Salvador Escoda, identificat com M-04, per conèixer la pressió interior del tanc en tot moment.
- ✓ Connexions del serpentí, d'acord amb el que exigeix el RITE, els dipòsits acumuladors d'ACS comptaran amb una vàlvula de tall i una vàlvula antiretorn a l'entrada i a la sortida del serpentí bescanviador.



Les vàlvules de tall seran de bola, marca ROCA, amb els codis VT-03 i VT-04. Les vàlvules antiretorn seran de marca ROCA, amb els codis VR-03 i VR-04.

### **Vàlvules i altres elements del circuit d'ACS**

- ✓ Vàlvula reductora de pressió, s'instal·larà una vàlvula reductora de pressió a l'entrada de l'aigua freda de xarxa de la marca comercial EUROBRASS de 1", identificada com VP-01.
- ✓ Vàlvula antiretorn, es situa una vàlvula antiretorn, Salvador Escoda, a continuació del filtre, i un altra a la sortida de l'aigua calenta del dipòsit acumulador, abans d'arribar a la caldera, per garantir el sentit del flux pels circuits hidràulics. S'identifiquen com VR-05 i VR-6. Es situarà una altra a la sortida de la caldera, cap a la distribució d'ACS, VR-07.
- ✓ Vàlvula de seguretat, després de la vàlvula antiretorn, tindrà la funció d'evitar que la pressió del circuit assoleixi valors perillosos per als elements de la instal·lació, evacuant el fluid circulant quan es doni aquesta situació. De la marca comercial ROCA, tindrà el codi VS-02. La pressió màxima s'establirà en 300 kPa relatius.
- ✓ Vàlvula de tall, seran de bola, de marca Salvador Escoda, servirà per aïllar l'acumulador d'ACS de la xarxa i de la caldera, i s'identifiquen com VT-10 i VT-11. Es situaran a l'entrada d'aigua freda de xarxa al dipòsit acumulador i a la sortida del dipòsit acumulador cap a la caldera, i també a la sortida d'aigua de la caldera cap al punt de consum, VT-12.
- ✓ Vàlvula de buidat, serà una vàlvula de bola, de marca Salvador Escoda, que servirà per deixar pas lliure cap a l'exterior a l'aigua continguda en el dipòsit en cas necessari. S'instal·la juntament amb un embut de descàrrega, i es denomina VB-04.

- ✓ Filtre, de la marca Salvador Escoda, seguit de la vàlvula reductora de pressió s'instal·larà un filtre, per retenir les partícules sòlides pel bon funcionament de la instal·lació. S'identifica com F-02.

#### 1.10.1.5. Descripció del circuit de calefacció

La funció principal dels elements del circuit de calefacció és mantenir la temperatura del dipòsit acumulador de calefacció, en les condicions establertes.

L'aigua circularà directament des de dues connexions del tanc (anada i tornada) fins a la caldera, des d' on serà distribuïda cap al circuit de calefacció, que com ja s'ha explicat anteriorment, s'aprofitarà de forma íntegra l'actual circuit intern de calefacció.

La funció principal del circuit de calefacció serà garantir el confort tèrmic dels ocupants de l'habitatge.

Els elements presents als plànols i inclosos al circuit de calefacció es poden veure a la Taula 27.

CODI	Element
Acumulador de calefacció	Dipòsit acumulador de calefacció
VP	Vàlvula reductora de pressió
VS	Vàlvula de seguretat
VR	Vàlvula antiretorn
VT	Vàlvula de tall
VB	Vàlvula de buidat
ET	Electrovàlvula de tres vies
M	Manòmetre
T	Sonda de temperatura
F	Filtre

Taula 27- Nomenclatura dels elements del circuit de calefacció



### **Dipòsit acumulador de calefacció**

Té la funció d'emmagatzemar aigua calenta per distribuir-la al circuit de calefacció. Tindrà una entrada d'aigua freda de xarxa i una sortida d'aigua calenta.

Disposarà d'un serpentí bescanviador per on hi circularà el fluid caloportador provinent dels col·lectors solars quan aquests puguin proporcionar energia tèrmica.

La sortida d'aigua calenta passarà per la caldera on aquesta es posarà en funcionament depenent de la temperatura. A l'hivern, la caldera es programarà per a que s'activi quan la temperatura del tanc d'emmagatzematge sigui inferior a la de consigna, actuant com a recolzament de calefacció quan els col·lectors solars no puguin subministrar suficient energia, i des de la mateixa es distribuirà cap al circuit de calefacció.

El volum del dipòsit acumulador de calefacció calculat a l'apartat 3.1.12 dels annexes, serà de 1.000 L. Serà de la marca IMMOSOLAR, model IPS/GWT 1.000 L, amb les característiques que es mostren a la Taula 28. És situarà també a la coberta plana de la vivenda.

El dipòsit acumulador de calefacció contindrà aigua a 60°C, per tal de complir amb les especificacions de la norma UNE 100030.

<b>Capacitat</b>	1000 litres
<b>Diàmetre amb aïllament</b>	1000 mm
<b>Diàmetre sense aïllament</b>	800 mm
<b>Pes amb aïllament</b>	203 kg
<b>Temperatura d'acumulació màxima</b>	95 / 110 °C
<b>Pressió màx. De treball del dipòsit</b>	3 bar
<b>Pressió màx. De treball del bescanviador</b>	16 bar
<b>Superfície del serpentí</b>	3 m <sup>2</sup>



<b>Capacitat del intercanviador</b>	18,9 litres
<b>Material aïllant</b>	Poliuretà flexible de 100 mm
<b>Material del dipòsit</b>	Acer

Taula 28- Característiques tècniques del dipòsit acumulador de calefacció [22]

- ✓ Sonda de temperatura, la sonda T-03 del dipòsit acumulador de calefacció serà de tipus PT1000 i s'introduirà dintre del tanc per a poder llegir la temperatura de l'interior del tanc. Serà de la marca comercial Resol, model FKP150.
- ✓ Manòmetre, a l'interior del dipòsit acumulador de calefacció s'instal·larà un manòmetre, de la marca comercial Salvador Escoda, identificat com M-05, per conèixer la pressió interior en tot moment.

### **Vàlvules i altres elements del circuit de calefacció**

- ✓ Vàlvula reductora de pressió, s'instal·larà una vàlvula reductora de pressió a l'entrada de l'aigua freda de xarxa de la marca comercial EUROBRASS de 1", identificada com VP-02.
- ✓ Vàlvula antiretorn, es situa una vàlvula antiretorn, Salvador Escoda, a continuació del filtre, i un altra a la sortida de l'aigua calenta del dipòsit d'inèrcia, abans d'arribar a la caldera, per garantir el sentit del flux pels circuits hidràulics. S'identifiquen com VR-010 i VR-8. Es situarà una altra a la sortida de la caldera, cap al circuit de calefacció, VR-09.
- ✓ Vàlvula de seguretat, col·locada després de la vàlvula antiretorn, tindrà la funció d'evitar que la pressió del circuit assoleixi un valor perillós per als elements de la instal·lació, evacuant el fluid circulant quan es doni aquesta situació. Serà de la marca comercial ROCA i se li assignarà el codi VS-03.
- ✓ Vàlvula de tall, seran de bola, de marca Salvador Escoda, servirà per aïllar l'acumulador d'ACS de la xarxa, i s'identifiquen com VT-15 i VT-16.



Es situaran a l'entrada d'aigua freda de xarxa al dipòsit acumulador i a la sortida del dipòsit acumulador cap a la caldera, i també a la d'aigua de la caldera cap a la sortida de calefacció, VT-17.

Caldrà assegurar-se d'instal·lar també una vàlvula de tall en el retorn de calefacció, abans de l'entrada al dipòsit, VT-18.

- ✓ Vàlvula de buidat, serà una vàlvula de bola, de marca Salvador Escoda, que servirà per deixar pas lliure cap a l'exterior a l'aigua continguda en el dipòsit en cas necessari. S'instal·la juntament amb un embut de descàrrega, i es denomina VB-05.
- ✓ Electrovàlvula de tres vies, a la sortida d'aigua de calefacció de la caldera, després de la vàlvula antiretorn i de la vàlvula de tall, s'instal·larà una electrovàlvula de tres vies, ET-03, per deixar circular el fluid cap al sistema de calefacció, o retornar-lo al dipòsit d'inèrcia. S'ha elegit el model SF 20 EB de la marca Salvador Escoda.
- ✓ Filtre, de la marca Salvador Escoda, seguit de la vàlvula reductora de pressió s'instal·larà un filtre, per retenir les partícules sòlides pel bon funcionament de la instal·lació. S'identifica com F-03.

## **1.10.2. Descripció de la instal·lació geotèrmica**

### **1.10.2.1. Descripció general**

Es tracta d'un sistema de calefacció i A.C.S. mitjançant energia geotèrmica, en el què hi constarà una bomba de calor terra - aigua per assegurar la potència tèrmica a la vivenda. L'escalfament d'ACS es farà per mitjà d'una resistència elèctrica amb ajut a l'hivern de la bomba de calor.

Pel circuit exterior hi circularà una barreja d'aigua amb anticongelant la qual farà el corresponent bescanvi de calor amb el circuit intern de la bomba de calor en els corresponents bescanviadors.



El circuit exterior serà l'encarregat de transportar la calor acumulada a l' interior de la terra, des del subsòl fins a la bomba de calor. Aquest estarà format per una canonada introduïda al terra una certa distància que farà de bescanviador i una altra que farà la funció de col·lector entre el bescanviador i la bomba de calor.

El circuit interior serà l'encarregat de transmetre a cada local de la vivenda la seva demanda tèrmica. D'això se n'ocuparan el radiadors com a elements emissors.

L'aigua freda de la xarxa s'introduirà al tanc d'ACS, on serà escalfada per mitjà d'una resistència elèctrica amb aportació de la bomba de calor a l' hivern, fins a assolir la temperatura de consigna del tanc. L'aigua calenta sortirà del dipòsit fins a arribar als punts de consum repartits per la vivenda.

#### 1.10.2.2. Emplaçament de la instal·lació

El circuit de bescanviadors soterrats s'instal·laran a la terrassa de l'entrada de la vivenda, el dipòsit d'ACS i la bomba geotèrmica s'instal·laran també a la terrassa en la façana principal de la vivenda, així d'aquesta manera, es minimitzen les distàncies entre els diferents elements de la instal·lació i reduïm quantitat de material a utilitzar.

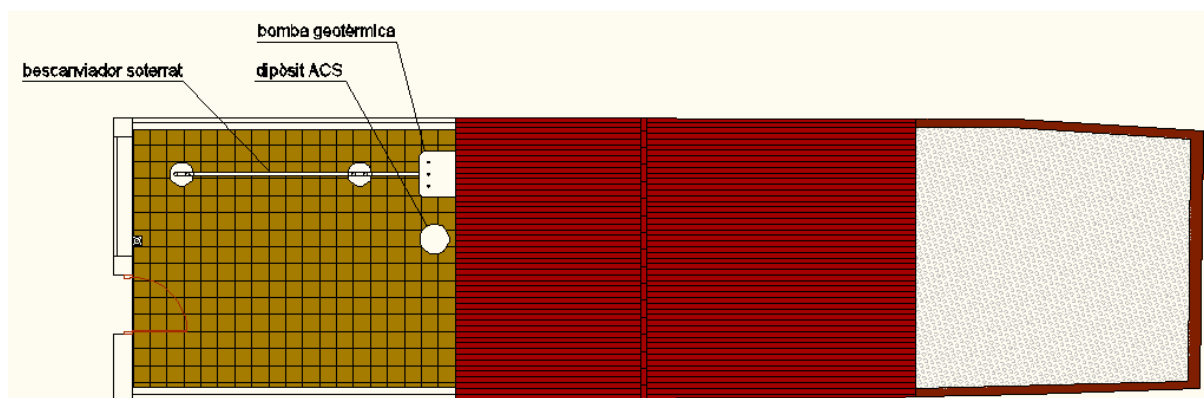


Figura 39-Emplaçament de la instal·lació geotèrmica



### 1.10.2.3. Descripció del circuit exterior

L'objectiu dels elements del circuit exterior és aprofitar al màxim l'energia geotèrmica i fer-la arribar fins a la bomba de calor en les millors condicions possibles. Això s'aconsegueix mitjançant un circuit tancat per on hi flueix aigua amb anticongelant. El llistat d'elements presents als plànols es pot veure a la Taula 29.

El fluid caloportador s'impulsa amb una bomba de circulació que inclou la pròpia bomba de calor escollida, arriba al col·lector i posteriorment fa el bescanvi de calor al bescanviador de plaques amb el refrigerant amb que treballa la bomba de calor. Un cop aconseguida la temperatura desitjada al refrigerant intercanvia aquesta calor tant al bescanviador d'ACS com al de calefacció.

Els elements de regulació del circuit exterior actuaran de manera que s'aprofiti al màxim l'energia geotèrmica i no es produeixin sobrepressions o temperatures no desitjades en el fluid.

El fluid caloportador del bescanviador geotèrmic entrarà dins la bomba de calor a una temperatura constant durant tot l'any de 15 °C.

CODI	Element
BC	Bomba de calor
B	Bomba de circulació
VT	Vàlvula de tall
E	Vas d'expansió
VS	Vàlvula de seguretat
M	Manòmetre
CR	Centraleta de regulació
PD	Pressòstat diferencial
VB	Vàlvula de buidat
T	Sonda de temperatura
Ta	Sonda de temperatura ambient

Taula 29- Nomenclatura dels elements del circuit exterior

## **Bomba de calor**

La bomba de calor és l'encarregada d'augmentar o disminuir la temperatura del fluid frigorigen que circula pel seu circuit intern per tal de fer el bescanvi de calor a cada bescanviador i poder distribuir posteriorment el fluid pel circuit interior de la vivenda.

La bomba de calor geotèrmica escollida per la instal·lació, es una bomba de calor aigua – aigua de la marca IMMOSOLAR model IS-SW de 12 kW. S'identificarà amb el codi BC-01.

La bomba de calor porta integrat tots els elements i valvuleria necessaris del circuit exterior geotèrmic.

### **Bescanviador geotèrmic:**

- ✓ Marca i model, s'utilitzarà canonada de polietilè 32 mm amb un diàmetre nominal de 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>" de la marca Unidelta. Les característiques principals d'aquest tipus de canonada es mostren a la Taula 30.

<b>Diàmetre exterior</b>	40 mm
<b>Diàmetre interior</b>	32 mm
<b>Densitat a 23 °C</b>	944 $\frac{kg}{m^3}$
<b>Resistència a tracció</b>	> 20 MPa
<b>Allargament a trencament</b>	400 %
<b>Conductivitat tèrmica</b>	0,38 $\frac{W}{m \cdot K}$
<b>Grau de reticulació</b>	> 65 %

*Taula 30- Característiques tècniques de la canonada per a geotèrmia [27]*

- ✓ Longitud del bescanviador, la longitud necessària per a aconseguir la temperatura de sortida del bescanviador geotèrmic s'ha calculat a l'apartat 4.1.3.6 dels annexes. El resultat obtingut és de 200 m de

canonada i per tant, s'ha decidit realitzar dues perforacions de 100 m cadascuna.

- ✓ Configuració del bescanviador, la configuració del bescanviador geotèrmic de la instal·lació del present projecte es del tipus vertical amb dues perforacions i una distancia entre perforacions de 3 metres com es pot observar a la Figura 40.

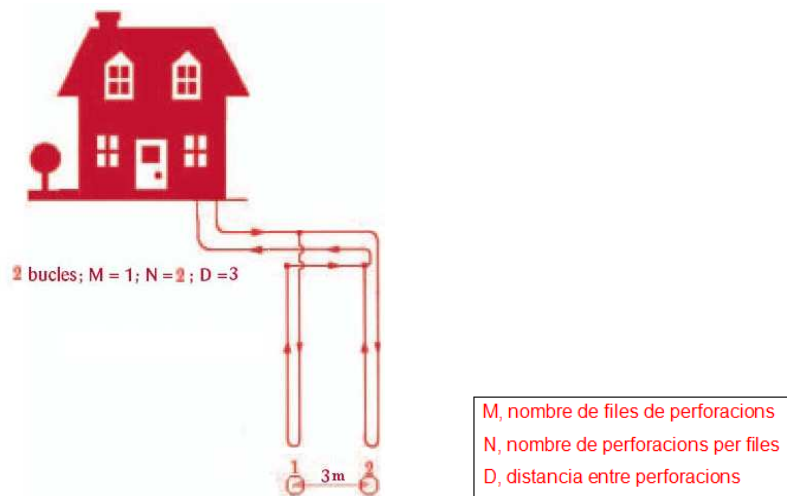


Figura 40-Configuració del bescanviador geotèrmic

### **Fluid caloportador**

Les dues substàncies més utilitzades per evitar que el fluid que circula pels col·lectors es congeli en cas que la temperatura exterior baixi dels 0 °C són l'etilenglicol i el propilenglicol. Tenint en compte que el segon és pràcticament innocu per la salut humana, aquest serà el líquid emprat.

Els càlculs i els resultats referents a la mescla aigua - propilenglicol s'han desenvolupat a l'apartat 4.1.3.3 dels annexes, i a la Taula 31 es pot observar un resum de propietats de la mescla d'aigua i propilenglicol.

El volum de propilenglicol en la mescla amb aigua serà del 34,4% segons els càlculs de l'apartat 4.1.3.3 dels annexes del projecte. L'ompliment es farà per la part baixa de la instal·lació mitjançant les claus de pas destinades a aquest fi, VT-12 i VT-13.



BARREJA PROPILENGLICOL - AIGUA	
Punt de fusió (°C)	-16,4
% en massa de propilenglicol	35
% en volum de propilenglicol	34,4
Densitat (kg/m <sup>3</sup> )	1009
Calor específic (kJ/kg °K)	3,9
Viscositat dinàmica (m Pa s)	1,15
temperatura d'ebullició a 100 kPa (°C)	102,8
Conductivitat tèrmica (w/mK)	0,5

Taula 31- Resum de les propietats del fluid caloportador del circuit exterior [24]

### **Cabal circulant**

El cabal de circulació de fluid per les canonades del bescanviador, va en funció de la potencia que es capaç d'extreure la bomba del terreny i del increment de temperatura aconseguit entre el terra i el retorn de la bomba.

Segons el càlculs realitzats a l'apartat 4.1.3.4 dels annexes s'obté un cabal de circulació de  $0,000173 \frac{m^3}{s}$ , es a dir  $623 \frac{l}{h}$ .

### **Dimensionament de les canonades**

Segons els càlculs realitzats a l'apartat 4.1.3.5 dels annexes i tenint en compte el compromís entre perduda de carrega i circulació en regim turbulent, s'ha arribat a la conclusió que la solució mes òptima és una canonada de 32 mm de diàmetre interior.

### **Bomba de circulació**

La bomba de calor escollida, té incorporada una bomba de circulació per al circuit exterior amb una capacitat de cubicatge de  $3,1 \frac{m^3}{h}$ , és a dir,  $3100 \frac{l}{h}$ , donat que la demanda del circuit es de  $623 \frac{l}{h}$ .

La pressió del circuit de la exterior es fixarà en 200 kPa relatius. La bomba es troba instal·lada a la canonada d'impulsió del fluid cap al bescanviador.



Aquesta bomba, que s'identificarà amb el codi B-01, incorpora dues vàlvules de tall, una a l'entrada (VT-01) i l'altra a la sortida (VT-02), una vàlvula de seguretat (VS-01), un vas d'expansió (E-01) de 12 L, un pressòstat diferencial (PD-01) i una vàlvula de buidat (VB-01).

### **Vas d'expansió**

El circuit exterior comptarà amb un vas d'expansió per tal d'absorbir les variacions de volum experimentades pel fluid caloportador, degut als canvis de temperatura.

Segons els càlculs de l'apartat 4.1.3.8, el volum mínim del vas d'expansió és de 1,23 L, i el que incorpora la bomba de calor és de 12 L, per tant es conclou que és apte per al seu ús en el circuit exterior de la instal·lació objecte del projecte. S'identificarà amb el codi E-01. El vas d'expansió es troba ubicat a l'aspiració de la bomba de circulació B-01.

S'instal·larà també una sonda de temperatura a l'aspiració de la bomba per controlar la temperatura del circuit exterior, T-01 i un manòmetre que llegirà la pressió a la sortida de la bomba, M-01.

### **Centraleta de regulació**

S'instal·larà una centraleta de regulació marca Vaillant, model calorMATIC 470. Aquest model està dissenyat per controlat amb sonda exterior per poder actuar de forma més immediata als canvis de temperatura i per controlar circuit de calefacció i ACS. S'identifica en el diagrama d'enginyeria com a CR-1.

El regulador estarà connectat amb les diferents sondes de temperatura instal·lades en els circuit de calefacció, ACS i circuit geotèrmic exterior i a la vegada connectat amb les bombes de circulació de fluid dels diferents circuits, de manera que, quan alguna de les sondes baixi de la temperatura establerta en el regulador, aquest donarà la ordre d'activació a les bombes de circulació

perquè així comenci a funcionar la bomba de calor i fer augmentar la temperatura de la vivenda.

Estarà connectada als següents elements de mesura i control:

- ✓ Sonda de temperatura del circuit geotèrmic T-01.
- ✓ Sonda de temperatura del circuit d'ACS T-02.
- ✓ Sonda de temperatura ambient Ta-01.
- ✓ Bomba de circulació B-01.
- ✓ Bomba de circulació B-02.
- ✓ Sonda de temperatura del dipòsit d'ACS T-03.

### **Vàlvules i altres elements del circuit exterior**

- ✓ Vàlvula de seguretat: anirà instal·lada una vàlvula de seguretat, per preveure sobrepressions o temperatures excessives en el circuit. La vàlvula de seguretat que va instal·lada es la que incorpora la pròpia bomba de calor , i se li assignarà el codi VS-01.

S'ubicarà a la teulada. La pressió màxima s'establirà en 300 kPa (3 bar) relatiu, però es podrà regular entre 200 i 800kPa.

- ✓ Vàlvula de tall, la seva funció és interrompre manualment el pas de fluids en determinats punts dels circuits. Les vàlvules de tall que s'utilitzaran en l'aspiració i la impulsió de la bomba de circulació seran les pròpies que incorpora la bomba de calor i se li assignaran els codis VT-01 i VT-02.

S'instal·laran també dues vàlvules de tall per a l'ompliment del circuit de la barreja d'aigua (VT-12) i propilenglicol (VT-13).

Les vàlvules de tall manuals seran de bola, ja que permeten la regulació tot o res que és necessària a la instal·lació. Seran de la marca Salvador Escoda, de llautó.



- ✓ Vàlvula de buidat, serà una vàlvula de bola, de marca Salvador Escoda, que servirà per deixar pas lliure cap a l'exterior al fluid contingut en el circuit exterior en cas necessari. S'instal·la juntament amb un embut de descàrrega, i es denomina VB-01.
- ✓ Manòmetres, de la marca Salvador Escoda, s'instal·larà un manòmetre d'agulla que llegirà fins a 400 kPa relatiu per tal de poder comprovar el correcte funcionament de la instal·lació.

El manòmetre M-01 es situarà després de la bomba de circulació. S'instal·laran amb una T i una reducció de secció cadascun.

- ✓ Sonda de temperatura, es col·locarà una sonda en el circuit exterior per comprovar la temperatura del fluid en el circuit exterior. S'identificarà amb el codi T-01.

Serà de tipus PT1000, que significa que es basa en el fet que a mesura que augmenta la temperatura, els metalls augmenten la seva resistència elèctrica.

El nom es deu a que estan fetes de platí i presenten una resistència de 1.000 ohms a 0°C. Serà de marca Resol i model FKP 5,5, muntada sobre una T de marca Resol model T28.

- ✓ Pressòstat diferencial, es col·locarà un pressòstat diferencial entre les canonades de anada i retorn del circuit exterior per a controlar la diferència de pressions entre ambdues. S'identificarà amb el codi PD-01.

#### 1.10.2.4. Descripció del circuit d'ACS

El circuit d'ACS té la funció d'obtenir l'aigua freda de la xarxa i escalfar-la mitjançant energia geotèrmica dins d'un tanc, i quan es requereixi el seu ús, enviar-la al punt de demanda.



El llistat d'elements presents als plànols inclosos dins el circuit d'ACS, es pot veure a la Taula 32.

CODI	Element
Acumulador ACS	Dipòsit acumulador d'ACS
VP	Vàlvula reductora de pressió
VS	Vàlvula de seguretat
VR	Vàlvula antiretorn
VT	Vàlvula de tall
VB	Vàlvula de buidat
M	Manòmetre
T	Sonda de temperatura
F	Filtre
E	Vas d'expansió
ET	Electrovàlvula de dues vies
B	Bomba de circulació

Taula 32-Nomenclatura dels elements del circuit d'ACS

### Dipòsit acumulador d'ACS

L'acumulador d'ACS contindrà aigua a 60 °C, per tal de complir amb les especificacions de l'informe UNE 100030 "*Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de legionela en instalaciones*".

Segons el CTE, es té un volum d'ACS mínima de  $30 \frac{l}{per \cdot dia}$ , i com que la vivenda està dimensionada per a 4 persones, s'obté un volum d'acumulació de 120 L, complint així amb el CTE HE 4.

El dipòsit acumulador d'ACS serà de marca Vaillant, model uniSTOR VIH 150/5, amb les característiques que es mostren a la Taula 33.

Aquest es situarà a la terrassa de la entrada de la vivenda al costat de la bomba de calor geotèrmica.



<b>Capacitat</b>	150 litres
<b>Alçada amb aïllament</b>	970 mm
<b>Pes</b>	73 kg
<b>Temperatura de servei ACS</b>	85 °C
<b>Protecció contra la corrosió</b>	Ànode de magnesi
<b>Material del dipòsit</b>	Acer vitrificat

Taula 33- Característiques tècniques del dipòsit acumulador d'ACS [23]

- ✓ Sonda de temperatura, la sonda T-03 del dipòsit d'ACS serà de tipus PT1000 i anirà introduïda dintre del dipòsit per a poder llegir la temperatura de l'interior del tanc. Serà de la marca comercial Resol, model FKP150.
- ✓ Manòmetre, a l'interior del dipòsit acumulador s'instal·larà un manòmetre, de la marca comercial Salvador Escoda, identificat com a M-03, per conèixer la pressió interior del tanc en tot moment.
- ✓ Connexions del serpentí, d'acord amb el que exigeix el RITE, els dipòsits acumuladors d'ACS comptaran amb un vàlvula de tall i una vàlvula antiretorn a l'entrada i a la sortida del serpentí bescanviador.

Les vàlvules de tall seran de bola, marca Salvador Escoda, amb els codis VT-07 i VT-08. Les vàlvules antiretorn seran de la marca Salvador Escoda, amb els codis VR-01 i VR-02.

### **Bomba de circulació**

La bomba de calor escollida, té incorporada una bomba de circulació per al circuit d'ACS.

La bomba es troba instal·lada a la canonada d'impulsió del fluid cap al bescanviador del acumulador d'ACS. Aquesta bomba, que s'identificarà amb el codi B-02, incorpora dues vàlvules de tall, una a l'entrada (VT-05) i l'altra a la

sortida (VT-06), una vàlvula de seguretat (VS-02) i un vas d'expansió (E-02) de 12 L.

### **Vas d'expansió**

El circuit d'ACS comptarà amb un vas d'expansió per tal d'absorbir les variacions de volum experimentades pel fluid caloportador, degut als canvis de temperatura.

El vas d'expansió es troba ubicat a l'aspiració de la bomba de circulació B-02. S'identificarà amb el codi E-02

S'instal·larà també una sonda de temperatura i un manòmetre a la impulsió de la bomba, B-02, per controlar la temperatura i pressió del circuit d'ACS. S'identificaran amb els codis T-02 i M-02.

### **Vàlvules i altres elements del circuit d'ACS**

- ✓ Vàlvula de seguretat de la marca Salvador Escoda: aniran instal·lades dues vàlvules de seguretat, per preveure sobrepressions o temperatures excessives en el circuit. Una de les vàlvules de seguretat que va instal·lada es troba a l'entrada de l'aigua freda de la xarxa, i s'identifica amb el codi VS-03.

L'altra vàlvula de seguretat està ubicada en el circuit del bescanviador d'ACS i s'identifica amb el codi VS-02.

La pressió màxima s'establirà en 300 kPa (3 bar) relatiu, però es podrà regular entre 200 i 800 kPa.

- ✓ Vàlvula de tall, seran de bola, de marca Salvador Escoda, servirà per aïllar l'acumulador d'ACS de la xarxa, i s'identifica com VT-10. Es situarà a l'entrada d'aigua freda de xarxa al dipòsit acumulador, i també a la sortida d'aigua del acumulador d'ACS cap al punt de consum, VT-09.



- ✓ Vàlvula de buidat, s'instal·laran tres vàlvules de bola, de marca Salvador Escoda, que serviran per deixar pas lliure cap a l'exterior al fluid. Una s'ubicarà en el circuit del bescanviador del dipòsit d'ACS, una altre en el circuit d'entrada d'aigua de la xarxa al acumulador i l'ultima al acumulador d'ACS. S'instal·len juntament amb un embut de descàrrega, i es denomina VB-02, VB-03 VB-04 respectivament.
- ✓ Vàlvula antiretorn, es situa una vàlvula antiretorn, Salvador Escoda, a continuació del filtre, i un altra a la sortida de l'aigua calenta del dipòsit acumulador, per garantir el sentit del flux pels circuits hidràulics. S'identifiquen com VR-06 i VR-05.
- ✓ Vàlvula reductora de pressió, s'instal·larà una vàlvula reductora de pressió a l'entrada de l'aigua freda de xarxa de la marca comercial EUROBRASS, identificada com VP-01.
- ✓ Filtre, de la marca Salvador Escoda, seguit de la vàlvula reductora de pressió s'instal·larà un filtre, per retenir les partícules sòlides pel bon funcionament de la instal·lació. S'identifica com F-01.
- ✓ Manòmetres, s'instal·larà un manòmetre d'agulla que llegirà fins a 400 kPa relatius per tal de poder comprovar el correcte funcionament de la instal·lació.

El manòmetre M-02 es situarà després de la bomba de circulació. S'instal·larà amb una T i una reducció de secció.

- ✓ Sonda de temperatura, es col·locarà una sonda en el circuit d'ACS per comprovar la temperatura del fluid. S'identificarà amb el codi T-02.

Serà de marca Resol i model FKP 5,5, muntada sobre una T de marca Resol model T28.

## 1.11. Conclusions

Com a conclusió final, s'ha de recordar que el propietari de la vivenda volia saber si seria viable econòmicament instal·lar un sistema d'energia renovable per a la calefacció i ACS de la vivenda i així també, poder col·laborar en la mesura del possible amb el medi ambient.

Les solucions a les que han arribat els autors del present projecte han estat, per un costat la realització d'una instal·lació solar tèrmica amb recolzament de caldera de gas i d'altra banda una instal·lació d'energia geotèrmica, les quals s'ha fet un estudi econòmic per veure l' inversió a realitzar en cadascuna de les instal·lacions i els respectius retorns d'amortització.

Un cop realitzat l'estudi de viabilitat econòmica de la instal·lació solar tèrmica s'observa que l' inversió de les partides de material de l' instal·lació ascendeix a 14.548,56 € i que el retorn més optimista s'obté en 10 anys i el més pessimista supera els 20 anys.

Realitzat també l'estudi de viabilitat econòmica de la instal·lació geotèrmica s'observa que l' inversió de les partides de material de l' instal·lació ascendeix a 22.173,60 € i que el retorn més optimista s'obté entre 7 i 8 anys i el més pessimista entre 9 i 10 anys.

Cal apuntar, que en l' instal·lació de plaques solars tèrmiques, la versió optimista és aquella calculada amb subvenció i un increment del 6% i la versió pessimista és la calculada sense subvenció i un increment del 2%.

També és necessari comentar, que l' instal·lació geotèrmica, en la comunitat autònoma on es troba ubicada la vivenda objecte del present projecte que és Catalunya, no hi ha cap subvenció per aquest tipus d'instal·lació. Aleshores, la versió optimista és aquella calculada amb un increment del 6% i la versió pessimista és la calculada amb un increment del 2%.

Veient els resultats de les dues instal·lacions estudiades, s'arriba a la conclusió que el sistema més òptim és el sistema d'energia geotèrmica, ja que, encara que la inversió inicial és substancialment superior al sistema solar tèrmic, l'amortització és molt més ràpida donat que l'estalvi energètic aconseguit amb el sistema geotèrmic és molt superior al aconseguit amb el sistema solar tèrmic.

---

## 1.12. Agraïments

Els autors del present projecte agraeixen sincerament l'ajuda rebuda per part de les següents persones:

- ✓ Lluïsa F. Cabeza i Laia Miró, directors del projecte.
- ✓ Companys i professors de l'Escola Politècnica Superior.
- ✓ Familiars i amics.

Sense ells la redacció d'aquest projecte difícilment hauria estat possible.

## **2.- ANNEXES**



## Índex Annex

2. Annex 1 .....	127
2.1. Càlcul del compliment del CTE .....	127
2.1.1. Descripció del programa .....	127
2.1.2. Dades introduïdes per calcular el compliment del CTE .....	136
2.1.3. Resultat del compliment del CTE, Líder .....	137
2.2. Càlculs de necessitats de la vivenda .....	147
2.2.1. Càlculs de les càrregues tèrmiques .....	147
2.2.1.1. Descripció VpClima i dades introduïdes .....	148
2.2.1.2. Resum de característiques de les dependències de la vivenda .....	158
2.2.1.3. Resultats obtinguts .....	169
2.2.2. Càlcul de l'energia necessària per calefacció i ACS .....	206
3. Annex 2 .....	217
3.1. Càlcul de la instal·lació solar tèrmica .....	217
3.1.1. Càlcul de l'energia solar incident .....	217
3.1.2. Justificació de l'orientació i la inclinació dels captadors solars .....	233
3.1.3. Selecció del fluid caloportador .....	235
3.1.4. Cabal del circuit primari .....	237
3.1.5. Selecció del captador solar .....	238
3.1.6. Rendiment del captador solar .....	246
3.1.7. Factor Captador – Bescanviador .....	247
3.1.8. Àrea de captació necessària per calefacció .....	248
3.1.8.1. Dissipador d'escalfor .....	262
3.1.9. Àrea de captació solar necessària per ACS .....	263
3.1.10. Distribució dels captadors solars .....	266
3.1.11. Càlcul del volum dipòsit acumulador .....	272
3.1.12. Càlcul del volum del dipòsit acumulador de calefacció .....	274
3.1.13. Càlcul potència necessària de la caldera .....	275
3.1.14. Pèrdues de càrrega en els captadors .....	276
3.1.15. Dimensionat de les canonades .....	278
3.1.16. Càlcul de les pèrdues de càrrega .....	281
3.1.16.1. Pèrdues de càrrega contínues .....	282
3.1.16.2. Pèrdues de càrrega singulars .....	287
3.1.16.3. Pèrdues de càrrega singulars d'altres elements .....	290



3.1.16.4. Pèrdues de càrrega totals .....	292
3.1.17. Selecció de la bomba de circulació.....	293
3.1.18. Selecció del vas d'expansió .....	294
3.1.18.1. Mètode de càlcul .....	295
3.1.19. Càlcul de l'aïllament de les canonades .....	300
3.1.20. Dimensionat de la canonada de buidat .....	303
3.1.21. Càlcul de l'estalvi d'emissions de CO <sub>2</sub> .....	304
3.1.22. Estudi de viabilitat econòmica.....	305
4. Annex 3 .....	312
4.1. Sistema geotèrmic .....	312
4.1.1. Introducció a la geotèrmia.....	312
4.1.2. Introducció a la geotèrmia de baixa temperatura .....	315
4.1.3. Disseny de l' intercanviador soterrat.....	323
4.1.3.1. Introducció sistema geotèrmic.....	323
4.1.3.2. Selecció de la bomba de calor .....	324
4.1.3.3. Selecció de fluid circulat.....	324
4.1.4.4. Cabal de circulació .....	325
4.1.3.5. Elecció del diàmetre del bescanviador.....	327
4.1.3.6. Dimensionament del bescanviador soterrat.....	328
4.1.2.7. Dimensionat dels captadors .....	329
4.1.4.8. Vas d'expansió del sistema geotèrmic.....	332
4.1.4.9. Estudi de viabilitat econòmica .....	337
5. Referències .....	342

## **2. Annex 1**

### **2.1. Càlcul del compliment del CTE**

En aquest apartat, es calcula el compliment del Codi Tècnic de la Edificació del edifici objecte del projecte, per tal d'aconseguir que aquest es mantingui en les condicions establertes del CTE.

Per poder fer un dimensionament ajustat de l'edifici, cal tenir en compte l'hemisferi i la zona climàtica on està situat l'edifici. És clar que el càlcul del compliment del CTE d'un edifici, realitzat a mà, resulta molt laboriós i implica haver d'estudiar tota la normativa del document.

Per poder simplificar el càlcul, s'ha utilitzat un programa informàtic, que permet realitzar els càlculs de manera més ràpida i tenint en compte tota la normativa del document.

El programa utilitzat per realitzar aquests càlculs és el Líder.

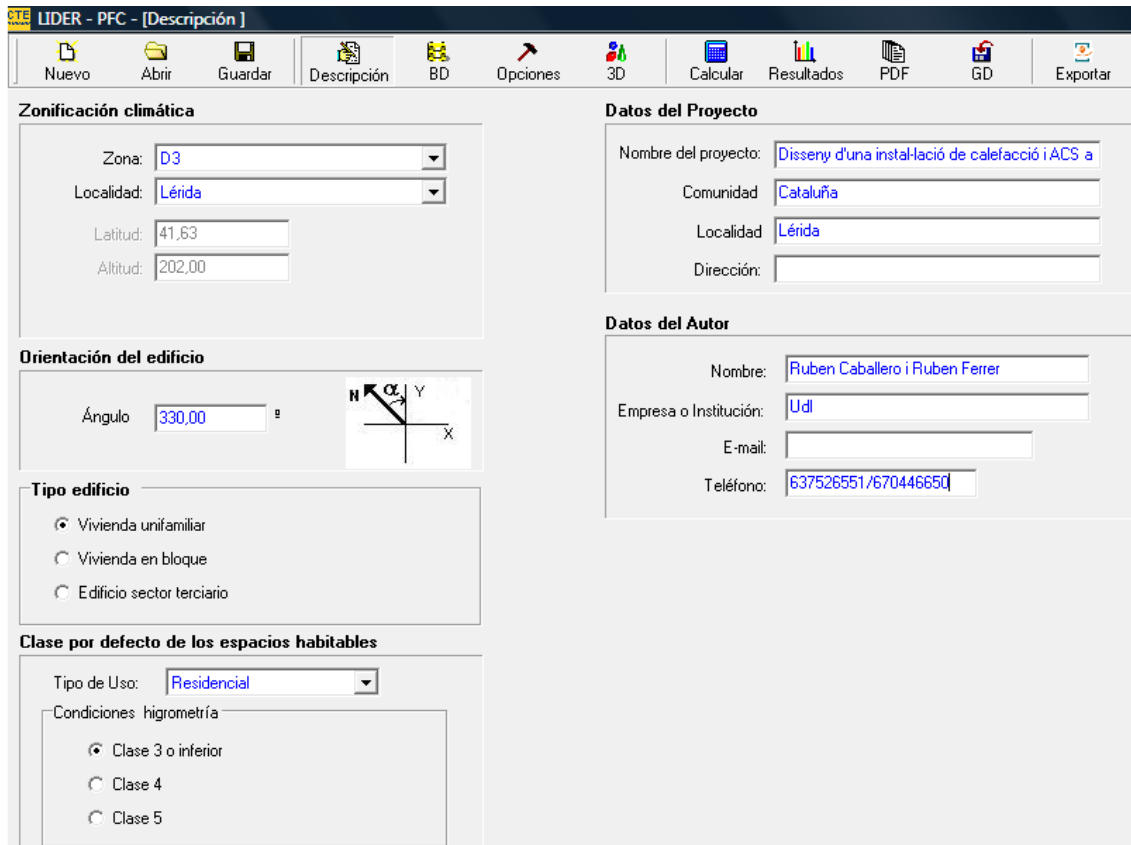
Amb aquest programa, s'aconsegueix agilitar aquest treball i poder entrar en detalls més interessants des del punt de vista del disseny.

#### **2.1.1. Descripció del programa**

A continuació s'intenta fer un petit resum del programa Líder, així com els passos que s'han seguit per a introduir les dades al programa.

Inicialment per obrir el programa Líder a l'ordinador i seleccionem l'opció Projecte Nou.

S'obre una finestra on podem indicar: la orientació, el tipus i l'ús a que es destina l'edifici, a més, també es pot indicar informació referent al projecte a realitzar segons la Figura 1.



**LIDER - PFC - [Descripción]**

**Zonificación climática**

Zona: D3  
 Localidad: Lérida  
 Latitud: 41,63  
 Altitud: 202,00

**Orientación del edificio**

Ángulo: 330,00 °

**Tipo edificio**

☒ Vivienda unifamiliar  
☐ Vivienda en bloque  
☐ Edificio sector terciario

**Clase por defecto de los espacios habitables**

Tipo de Uso: Residencial  
 Condiciones higrometría  
☒ Clase 3 o inferior  
☐ Clase 4  
☐ Clase 5

**Datos del Proyecto**

Nombre del proyecto: Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a  
 Comunidad: Cataluña  
 Localidad: Lérida  
 Dirección:

**Datos del Autor**

Nombre: Ruben Caballero i Ruben Ferrer  
 Empresa o Institución: UdL  
 E-mail:  
 Teléfono: 637526551/670446650

Figura 1-Descripció de l'edifici

Es recomanable crear els tancaments abans de començar amb la construcció del edifici, aquests es fabriquen des de la base de dades del programa.

A la base de dades podem carregar els diferents materials de construcció que disposa el programa mitjançant la funció CARGAR LLIBRERIA, on es poden carregar: materials, tipus de vidres i marcs Figura 2.

Els materials s'utilitzen per especificar les propietats que defineixen la transferència de calor a través de cadascuna de les capes homogènies que formen part dels tancaments.

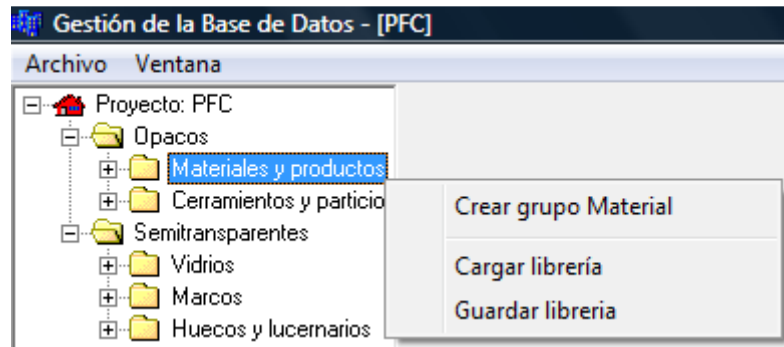
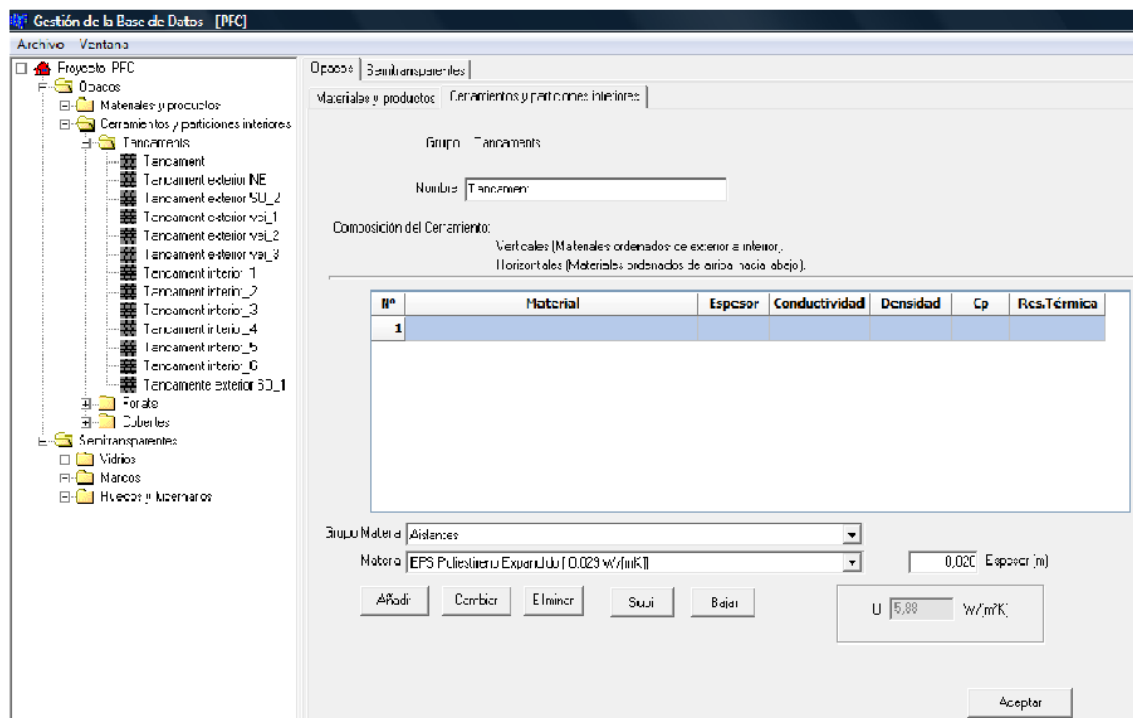


Figura 2-Llibreria de la base de dades

Una vegada carregats els materials des de la base de dades, s'accedeix al formulari de composició dels nous tancaments, des d'on es crearan els diferents tipus de tancaments que hi ha instal·lats al edifici àmbit del projecte segons Figura 3 i Figura 4.

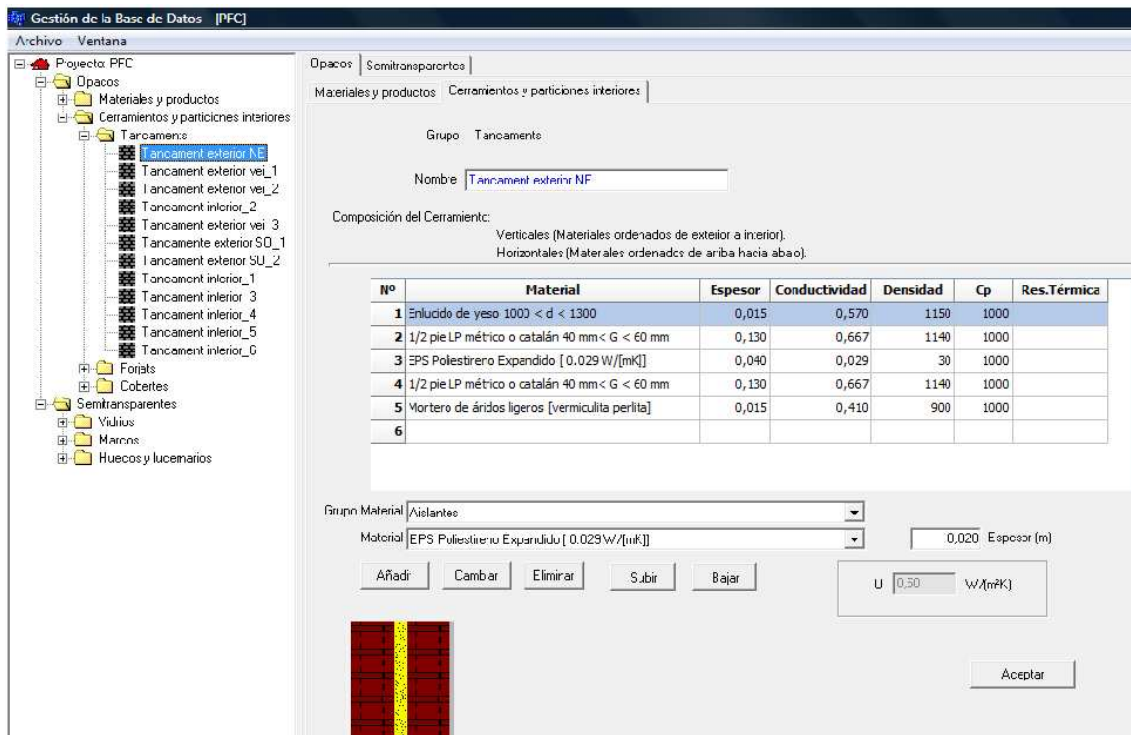


#	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1						

Figura 3-Formulari de composició dels tancaments

Al formulari de definició de les composicions de tancaments, es defineixen els materials seleccionant primer el grup al què pertanyen i després, elegint el material entre els pertanyents al grup seleccionat.

S'especifica l'espessor al quadre de text a la part inferior i finalment es polsa AFEGIR.



Grupo: Tancaments

Nombre: Tancament exterior NF

Composició del Cerrament:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).  
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Enlucido de yeso 1003 < d < 1300	0,015	0,570	1150	1000	
2	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	0,130	0,667	1140	1000	
3	EPS Poliestireno Expandido [ 0.029 W/(mK)]	0,040	0,029	30	1000	
4	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	0,130	0,667	1140	1000	
5	Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0,015	0,410	900	1000	
6						

Grupo Material: Aislantes

Material: EPS Poliestireno Expandido [ 0.029 W/(mK)]

Espesor (m): 0,020

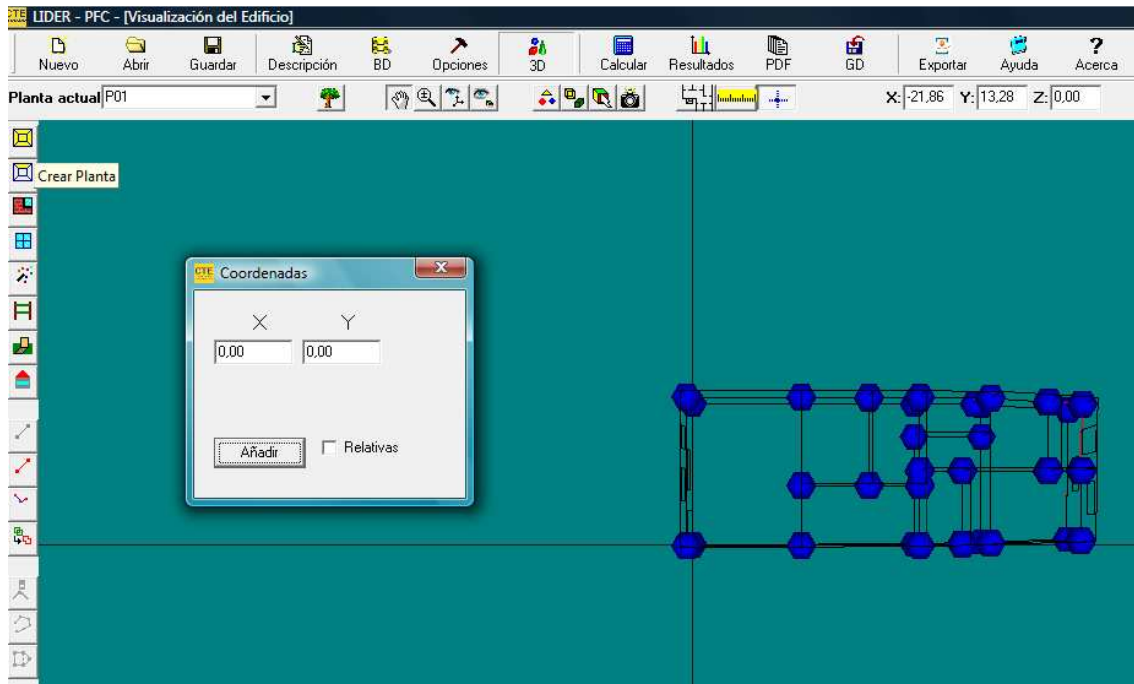
U: 0,30 W/(m²K)

Aceptar

Figura 4-Creació del tancaments

Un cop introduïdes aquestes dades en el programa, ja es pot començar a construir l'edifici i les seves característiques. Es comença amb la casella CREAR PLANTA, i aquesta es va creant introduint vèrtexs mitjançant referències polars.

Aquesta casella permet construir la forma que ha de tenir la planta de l'edifici  
Figura 5.



*Figura 5-Creació de les plantes*

Una vegada definides les plantes, s'activa la casella CREAR ESPAIS, que ens permet delimitar els espais de les diferents zones de cada planta.

Primer apareix la pestanya CREAR ESPAIS, i aquestos es van creant de la mateixa manera que les plantes.

Polsant dins de l'espai amb el botó dret del ratolí, podem definir el tipus d'espai segons climatització Figura 6.

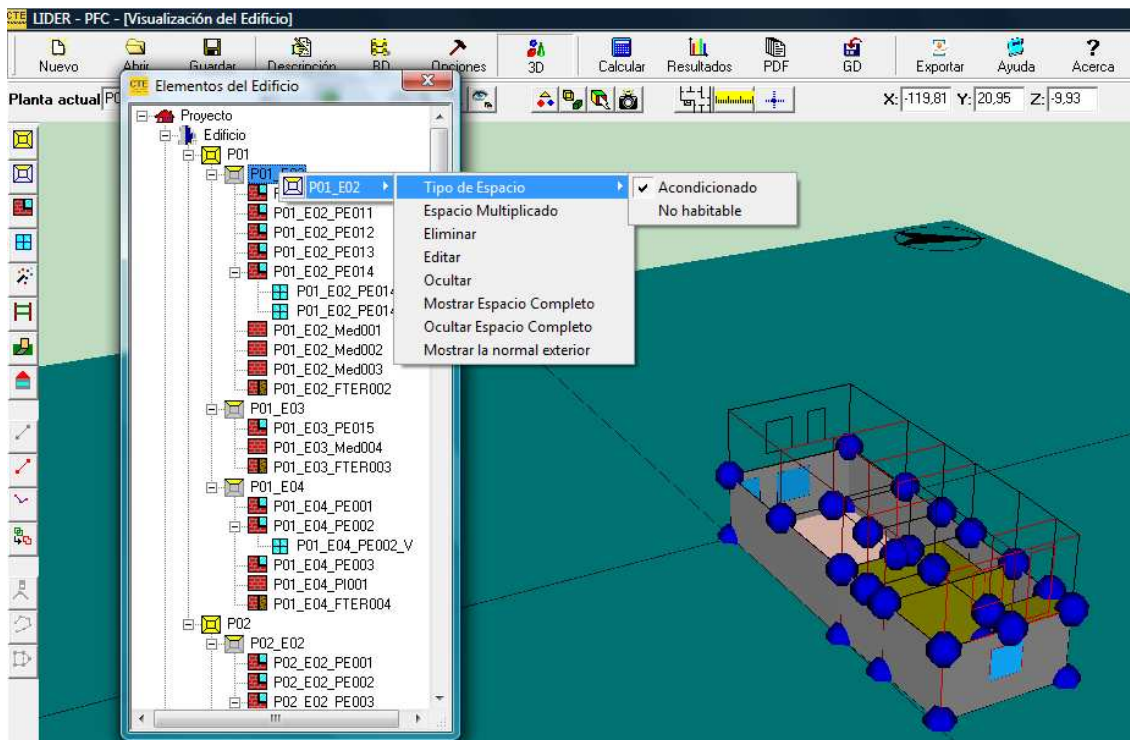


Figura 6-Definició dels espais



El pas següent, es construeix els tancaments i les finestres, mitjançant les caselles CREAR MURS i TANCAMENTS respectivament, aquestes últimes s'instal·len polsant amb el botó esquerre del ratolí en el tancament on van ubicades Figura 7.

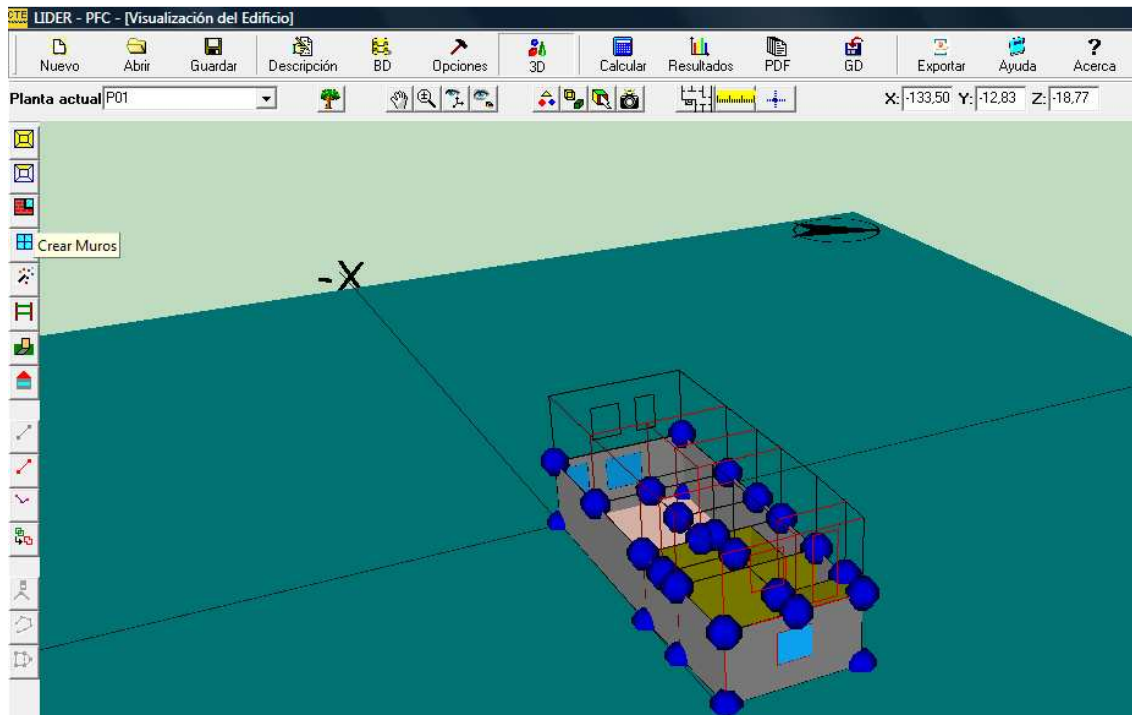


Figura 7-Construcció dels tancaments

Posteriorment, es poden construir les diferents plantes del edifici de la mateixa manera que s'ha construït la primera, en cada una d'aquestes a més d'indicar l'alçada, es pot realitzar una planta igual a la anterior en cas que siguin iguals Figura 8.

Per finalitzar, només es tindrà que construir la coberta tenint en compte la geometria de la mateixa.

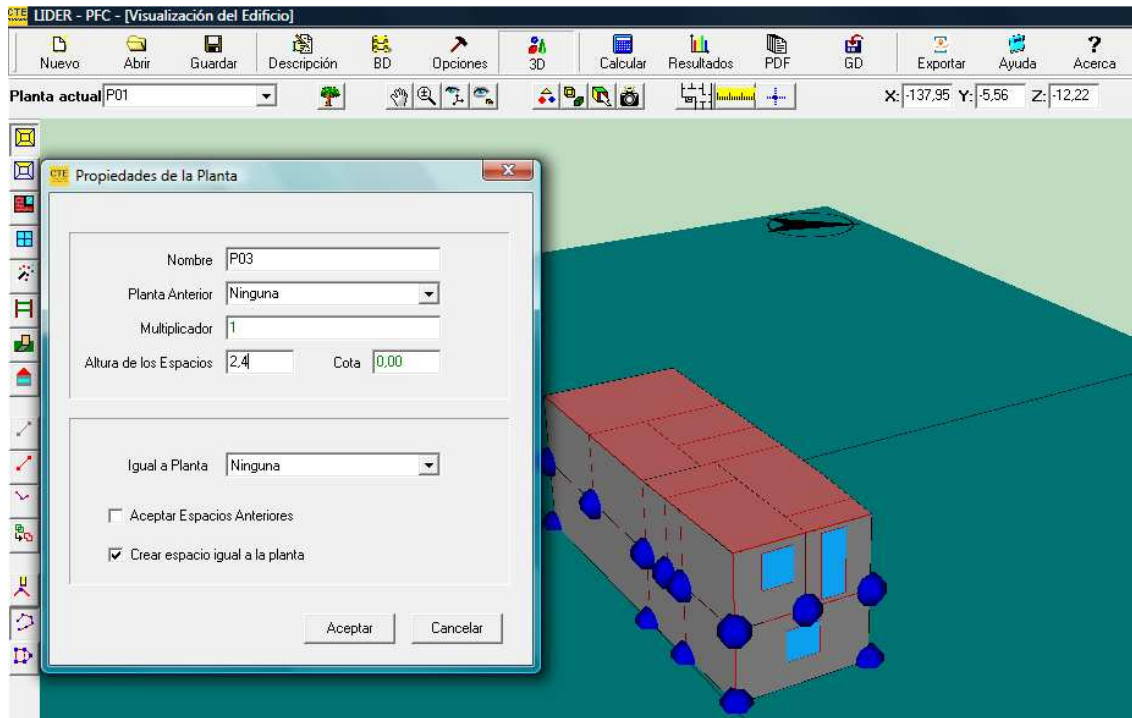


Figura 8-Propietats de la planta

Finalment, una vegada construït l'edifici amb els seus tancaments, es verifiquen les exigències i anàlisis de resultats. Pulsant la casella CALCULAR de la barra de botons, es procedeix al càlcul del edifici.

S'inicia el motor de càlcul de la demanda energètica per al edifici objecte i el de referència. Al finalitzar el procés es mostra una pantalla com la figura següent  
Figura 9.

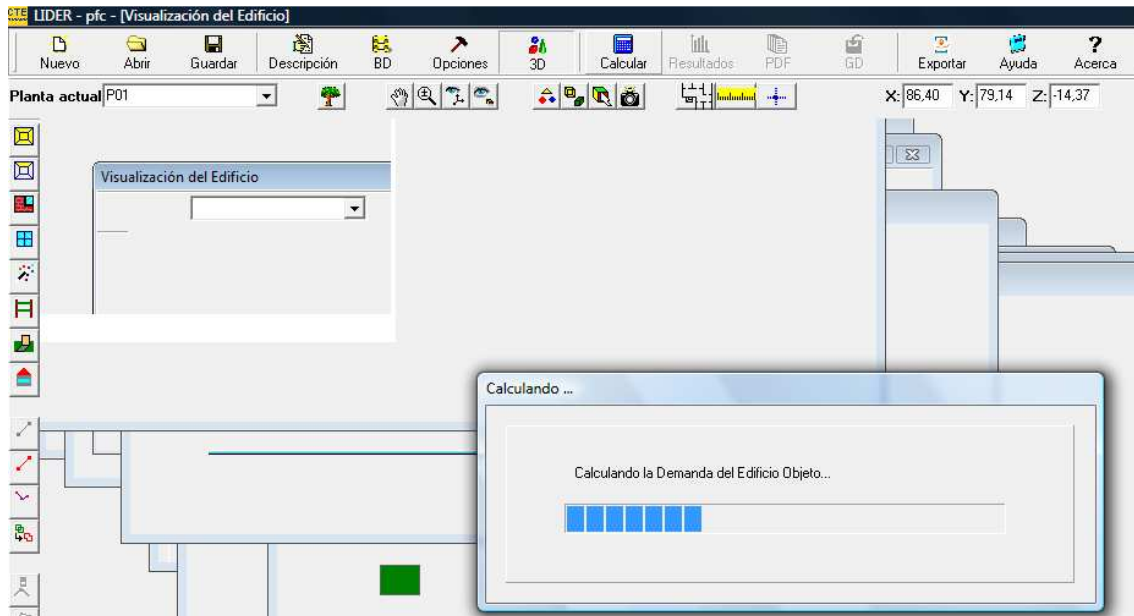


Figura 9-Càlcul de les dades

Després d'aquest càlcul s'obté la verificació del la complementació Figura 11.

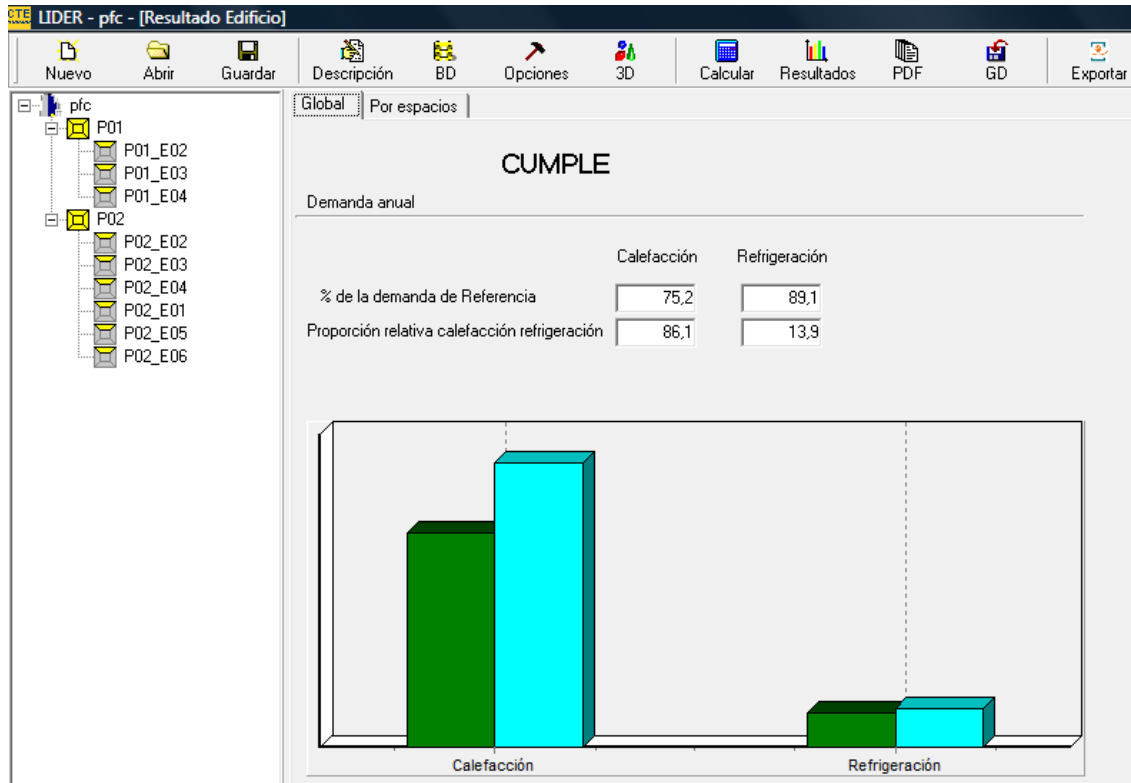


Figura 10-Verificació de la complementació de les exigències


### 2.1.2. Dades introduïdes per calcular el compliment del CTE

En realitzar qualsevol projecte que hagi de complir les condicions segons [11], independentment de la magnitud d'aquest, el més important és fixar les condicions de disseny per al local, tant les interiors com les exteriors.

Manualment només s'ha d'indicar la zona on està situat l'edifici àmbit del projecte i el programa Líder ja defineix les condicions que pertocquen per aquella zona.

### 2.1.3. Resultat del compliment del CTE, Líder

Així doncs s'obtenen els resultats de càlcul de compliment del CTE del programa Líder:

	HE-1 Opción General	Proyecto Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	
		Localidad Lleida	Comunidad Cataluña

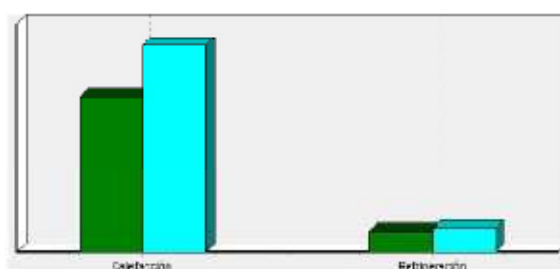
#### 1. DATOS GENERALES

Nombre del Proyecto Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	
Localidad Lleida	Comunidad Autónoma Cataluña
Dirección del Proyecto	
Autor del Proyecto Ruben Caballero i Ruben Ferrer	
Autor de la Calificación Ldl	
E-mail de contacto	Teléfono de contacto
Tipo de edificio Unifamiliar	


#### 2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN

El edificio descrito en este informe CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	75,7	87,6
Proporción relativa calefacción refrigeración	88,4	11,6



En el caso de edificios de viviendas el cumplimiento indicado anteriormente no incluye la comprobación de la transmitancia límite de 1,2 W/m²K establecida para las particiones interiores que separan las unidades de uso con sistema de calefacción previsto en el proyecto, con las zonas comunes del edificio no calefactadas.

	HE-1 Opción General	Proyecto Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	
		Localidad Lérida	Comunidad Cataluña

### 3. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA


#### 3.1. Espacios

Nombre	Planta	Uso	Clase higrometria	Área (m²)	Altura (m)
P01_E02	P01	Residencial	3	37,39	2,40
P01_E03	P01	Residencial	3	8,02	2,40
P01_E04	P01	Residencial	3	12,94	2,40
P02_E02	P02	Residencial	3	17,23	2,40
P02_E03	P02	Residencial	3	6,01	2,40
P02_E04	P02	Residencial	3	4,52	2,40
P02_E01	P02	Residencial	3	10,35	2,40
P02_E05	P02	Residencial	3	8,59	2,40
P02_E06	P02	Residencial	3	9,33	2,40
P02_E07	P02	Nivel de estanqueidad 1	3	2,30	2,40

#### 3.2. Cerramientos opacos

##### 3.2.1 Materiales

Nombre	K (W/mK)	e (kg/m³)	Cp (J/kgK)	R (m²K/W)	Z (m²sPa/kg)	Just.
Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,570	1150,00	1000,00	-	6	--
1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60	0,667	1140,00	1000,00	-	10	--
EPS Poliestireno Expandido [ 0.029 W/[mK]]	0,029	30,00	1000,00	-	20	SI
Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0,410	900,00	1000,00	-	10	--
Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,250	825,00	1000,00	-	4	--


	HE-1 Opción General	Proyecto	Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	
		Localidad	Lleida	Comunidad Cataluña

Nombre	K (W/mK)	e (kg/m³)	Cp (J/kgK)	R (m²K/W)	Z (m²sPa/kg)	Just.
Plaqueta o baldosa cerámica	1,000	2000,00	800,00	-	30	--
Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,550	1125,00	1000,00	-	10	--
Tabique de LH sencillo [40 mm < Espesor <	0,445	1000,00	1000,00	-	10	--
1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50	0,991	2170,00	1000,00	-	10	--
Tableros de fibras incluyendo MDF 750 < d	0,200	875,00	1700,00	-	20	--
Hormigón en masa 2300 < d < 2600	2,000	2450,00	1000,00	-	80	--
FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	0,908	1220,00	1000,00	-	10	--
Arena y grava [1700 < d < 2200]	2,000	1450,00	1050,00	-	50	--
Asfalto	0,700	2100,00	1000,00	-	50000	--
Teja de arcilla cocida	1,000	2000,00	800,00	-	30	--
PUR Proyección con CO2 calda cerrada [ 0.	0,032	50,00	1000,00	-	100	SI
Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,432	930,00	1000,00	-	10	--

### 3.2.2 Composición de Cerramientos


Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
Tancament exterior NE	0,50	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015
		1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	0,130
		EPS Poliestireno Expandido [ 0.029 W/[mK]]	0,040
		1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	0,130
		Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0,015
Tancament exterior ve1_1	0,55	Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,010
		EPS Poliestireno Expandido [ 0.029 W/[mK]]	0,040
		1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	0,130



	HE-1 Opción General	Proyecto	Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	
		Localidad	Lérida	Comunidad Cataluña

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
Tancament exterior vei_1	0,55	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015
Tancament exterior vei_2	0,56	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015
		EPS Poliestireno Expandido [ 0.029 W/[mK]]	0,040
		1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm< G < 60 mm	0,130
		Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015
Tancament interior_2	1,53	Plaqueta o baldosa cerámica	0,020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,015
		1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm< G < 60 mm	0,130
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,010
		1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm< G < 60 mm	0,130
		Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015
Tancament exterior vei_3	0,55	Plaqueta o baldosa cerámica	0,020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,015
		EPS Poliestireno Expandido [ 0.029 W/[mK]]	0,040
		1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm< G < 60 mm	0,130
		Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015
Tancament exterior ISO_1	0,55	Plaqueta o baldosa cerámica	0,020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,015
		Tabique de LH sencillo [40 mm < Espesor < 60	0,040
		EPS Poliestireno Expandido [ 0.029 W/[mK]]	0,040
		1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm< G < 50 mm	0,115
Terra planta baixa parquet	0,58	Tableros de fibras incluyendo MDF 750 < d < 10	0,019
		EPS Poliestireno Expandido [ 0.029 W/[mK]]	0,040
		Hormigón en masa 2300 < d < 2600	0,150



 HE-1 Opción General	Proyecto	Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	
	Localidad	Lérida	Comunidad Cataluña

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
Terra planta baixa rajola	0,50	Plaqueta o baldosa cerámica	0,020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,015
		EPS Poliestireno Expandido [ 0.029 W/(mK)]	0,050
		Hormigón en masa 2300 < d < 2600	0,150
Terra primera planta rajola	0,53	Plaqueta o baldosa cerámica	0,020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,015
		EPS Poliestireno Expandido [ 0.029 W/(mK)]	0,040
		FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	0,250
		Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015
Terra primera planta parquet	0,51	Tableros de fibras incluyendo MDF 750 < d < 10	0,019
		EPS Poliestireno Expandido [ 0.029 W/(mK)]	0,040
		FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	0,250
		Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015
Coberta plana	0,39	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,100
		Asfalto	0,002
		EPS Poliestireno Expandido [ 0.029 W/(mK)]	0,060
		FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	0,250
		Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015
Coberta inclinada	0,39	Teja de arcilla cocida	0,020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,010
		Asfalto	0,002
		EPS Poliestireno Expandido [ 0.029 W/(mK)]	0,060
		FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	0,250
		Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	0,010




Ruben Ferrer Amorós  
Ruben Caballero Lopez



 <b>CTE</b> <small>Centros Tecnológicos de la Construcción</small>	<b>HE-1</b> Opción General	Proyecto	Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	
		Localidad	Lérida	Comunidad Cataluña

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
Tancament exterior SO_2	0,48	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015
		Tabique de LH sencillo [40 mm < Espesor < 60	0,040
		EPS Poliestireno Expandido [ 0.029 W/[mK]]	0,040
		PUR Proyección con CO2 celda cerrada [ 0.032	0,010
		1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm< G < 50 mm	0,115
Tancament interior_1	2,28	Plaqueta o baldosa cerámica	0,020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,015
		1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm< G < 60 mm	0,130
		Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015
Tancament interior_3	2,18	Plaqueta o baldosa cerámica	0,020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,015
		1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm< G < 60 mm	0,130
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,015
		Plaqueta o baldosa cerámica	0,020
Tancament interior_4	2,47	Plaqueta o baldosa cerámica	0,020
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,015
		Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,070
		Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015
Tancament interior_5	2,60	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015
		Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,070
		Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015
Tancament interior_6	1,59	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015
		1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm< G < 60 mm	0,130
		Mortero de cemento o cal para albañilería y para	0,010

	HE-1 Opción General	Proyecto Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	
		Localidad Lérida	Comunidad Cataluña

Nombre	U (W/m²K)	Material	Espesor (m)
Tancament interior_6	1,59	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm < G < 60 mm	0,130
		Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015

### 3.3. Cerramientos semitransparentes

#### 3.3.1 Vidrios


Nombre	U (W/m²K)	Factor solar	Just.
HOR_DB3_4-12-331	2,20	0,70	SI

#### 3.3.2 Marcos

Nombre	U (W/m²K)	Just.
HOR_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm	4,50	---

#### 3.3.3 Huecos

Nombre	Finestra
Acristalamiento	HOR_DB3_4-12-331
Marco	HOR_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm
% Hueco	10,00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	27,00
U (W/m²K)	2,43
Factor solar	0,64
Justificación	SI


 HE-1 Opción General	Proyecto Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	
	Localidad Lérida	Comunidad Cataluña

Nombre	Balconera
Acristalamiento	HOR_DB3_4-12-331
Marco	HOR_Con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm
% Hueco	10,00
Permeabilidad m³/hm² a 100Pa	60,00
U (W/m²K)	2,43
Factor solar	0,64
Justificación	SI

### 3.4. Puentes Térmicos

En el cálculo de la demanda energética, se han utilizado los siguientes valores de transmitancias térmicas lineales y factores de temperatura superficial de los puentes térmicos.

	Y W/(mK)	FRSI
Encuentro forjado-fachada	0,41	0,76
Encuentro suelo exterior-fachada	0,46	0,74
Encuentro cubierta-fachada	0,46	0,74
Esquina saliente	0,16	0,81
Hueco ventana	0,27	0,64
Esquina entrante	-0,13	0,84
Pilar	0,77	0,64
Unión solera pared exterior	0,13	0,75

	HF-1 Opción General	Proyecto Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	
		Localidad Lleida	Comunidad Cataluña

## 4. Resultados

### 4.1. Resultados por espacios

Espacios	Área (m²)	Nº espacios iguales	Calefacción % de max	Calefacción % de ref	Refrigeración % de max	Refrigeración % de ref
P01_E02	37,4	1	54,9	62,6	23,2	71,0
P01_E03	8,0	1	43,4	62,4	0,0	0,0
P01_E04	12,9	1	79,9	64,4	32,4	79,8
P02_E02	17,2	1	98,3	89,7	100,0	104,2
P02_E03	6,0	1	53,8	87,6	18,4	92,3
P02_E04	4,5	1	51,5	85,9	9,8	55,1
P02_E01	10,4	1	100,0	97,8	38,4	106,7
P02_E05	8,6	1	71,5	84,0	59,0	96,4
P02_E06	9,3	1	67,6	82,3	19,2	88,9

	HE-1 Opción General	Proyecto Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables
		Localidad Lérida <span style="float: right;">Comunidad Cataluña</span>

## 5. Lista de comprobación

Los parámetros característicos de los siguientes elementos del edificio deben acreditarse en el proyecto

Tipo	Nombre
Material	EPS Poliestireno Expandido [ 0.020 W/[mK]] PUR Proyección con CO2 celda cerrada [ 0.032 W/[mK]]
Acristalamiento	HOR_DB3_4-12-331

De conformitat amb el procediment de càlcul segons [11], es confirma el compliment d'aquesta normativa. Així doncs es pot assegurar que la qualitat de materials emprats en la construcció de la vivenda és la correcta.



## 2.2. Càlculs de necessitats de la vivenda

Es procedeix a realitzar els càlculs per tal d'obtenir les necessitats reals de la vivenda, a fi efecte, de poder valorar i quantificar les necessitats existents.

### 2.2.1. Càlculs de les càrregues tèrmiques

La càrrega tèrmica és la potència de refrigeració o calefacció que requereix una instal·lació per tal de mantenir unes determinades condicions de temperatura i humitat per una aplicació específica, com per exemple el confort humà.

Si a l'aplicar la càrrega només es produeix una modificació de la temperatura seca de l'aire s'anomena calor sensible, i si es produeix una variació en la quantitat de vapor d'aigua es parla de calor latent.

Pel càlcul de les càrregues tèrmiques de calefacció de les instal·lacions de la vivenda de què és objecte aquest projecte s'ha optat per la utilització del programa informàtic VpClima, ja que els mètodes manuals de càlcul de càrregues tèrmiques són molt laboriosos.

Aquest programa proporciona una base de dades de la majoria de ciutats espanyoles, on s'indiquen els paràmetres de la seva situació geogràfica, temperatures màximes i mínimes durant l'any, humitat relativa segons l'època de l'any, i d'altres paràmetres que influeixen en els càlculs.

A més, també disposa de les característiques tèrmiques de diferents materials que es poden utilitzar per a la construcció de parets, sostres, i paviments, i que fan que l'elecció dels elements estructurals sigui més senzilla i ràpida.

El programa VpClima mostra els resultats en taules o en gràfiques, podent visualitzar els resultats per a cada hora en els mesos seleccionats, o veure la màxima càrrega tèrmica que es pot obtenir per a cada habitació individual, per a cada zona o per a tot l'edifici.



### 2.2.1.1. Descripció VpClima i dades introduïdes

En primer lloc, quan s'executa el programa s'ha de clicar sobre l'opció PROJECTE NOU i s'obrirà una finestra amb dos pestanyes:

- ✓ Empresa Figura 11, on cal introduir les dades d'identificació del projecte a calcular.

The image shows a software interface with two tabs: 'Empresa' and 'Día diseño cargas'. The 'Datos Proyecto' tab is active, showing a yellow background with the following fields:

- Título:** Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS per una vivenda a partir d' energies renovables.
- Referencia:** (empty text box)
- Fecha:** 08/08/2011 (dropdown menu)

The 'Datos Autores' tab is also visible, showing a cyan background with the following fields:

- Empresa:** (empty text box)
- Autor:** Ruben Ferrer - Ruben Caballero
- Versión Programa :** 2.5 julio 2011

Figura 11-Dades d'identificació del projecte

- ✓ Disseny de càrregues Figura 12, on cal introduir les dades i característiques de la ciutat on s'ubica l'edifici.



Empresa | Día diseño cargas | Cond.Ext.Simulación

**Condiciones exteriores para cálculos cargas térmicas** Rellenar con la base de datos referida a :

**Características generales de la localidad**

Localidad:  Altitud (m.s.n.m):  Latitud:

Materiales circundantes: 
 Turbiedad atmósfera: 
 Velocidad del viento (m/s):

**Aire acondicionado (Refrigeración)**

Ts,ext,max: 
 Hr,coinc.: 
 Th,ext,coinc.: 
 ΔT interior población:

Nivel percentil (%): 
 OMD: 
 OMA:

**Calefacción**

Ts,ext,min: 
 Hr,coinc.: 
 Th,ext,coinc.: 
 ΔT interior población:

Nivel percentil (%): 
 OMDinv. = OMD \* 
 Temp.terreno en invierno (°C):

**Coeficientes básicos cálculo cargas edificio**

Carga propia instalación (%): 
 Coef. de mayoración cargas del edificio (%):

Figura 12-Dades de l'emplaçament del projecte

Segons la Taula 1 es poden observar el resum de les condicions exteriors de càlcul necessàries en el programa, localitzant l'edifici a Lleida.

L'OMA és la diferència entre la màxima de màximes i la mínima de mínimes, i l' OMD és la mitjana de la diferència entre la mitjana de temperatures màximes i la mitjana de temperatures mínimes mensuals dels mesos d'estiu.

En aquests cas s'obtenen de la base de dades del programa, però com a alternativa, en cas que en fossin desconegudes, es podrien calcular a partir de les dades facilitades per l' Instituto Nacional de Meteorologia.

Localitat		Lleida
Altitud		323 m
Latitud		41,62°
Velocitat del vent		5 m/s
Enterboliment atmosfèric		Standard
Materials circumdants		Standard
Estiu	Temperatura seca exterior màxima	33 °C
	Humitat relativa	50%
	Oscil·lació mitjana diària (OMD)	14 °C
	$\Delta T$ interior de població	0 °C
Hivern	Temperatura seca exterior	-4,6 °C
	Humitat relativa	50%
	Oscil·lació mitjana diària (OMD)	6 °C
	$\Delta T$ interior de població	0 °C
Coeficient de majoració de les càrregues de l'edifici		5%
Càrrega pròpia instal·lació		0%

Taula 1-Condicionis exteriors de càlcul de l'habitatge

La temperatura del terreny ve donada per la zona on es localitzi l'edifici, així segons [11], es cataloga el territori de l'Estat espanyol en zones climàtiques com es pot observar a la Taula 2 i Figura 13.

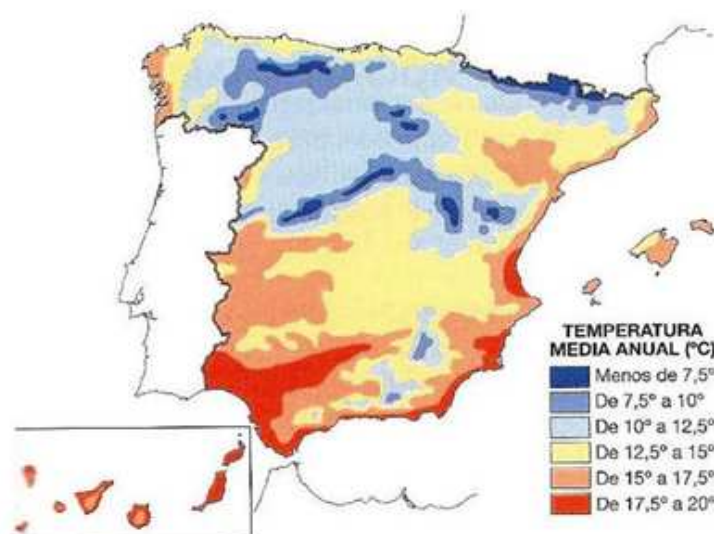


Figura 13-Mapa de la temperatura del terreny en funció de la zona climàtica

Zona climàtica	V	W	X	Y	Z
Temperatura terreny (°C)	12	8	7	6	5

Taula 2-Temperatura del terreny en funció de la zona climàtica

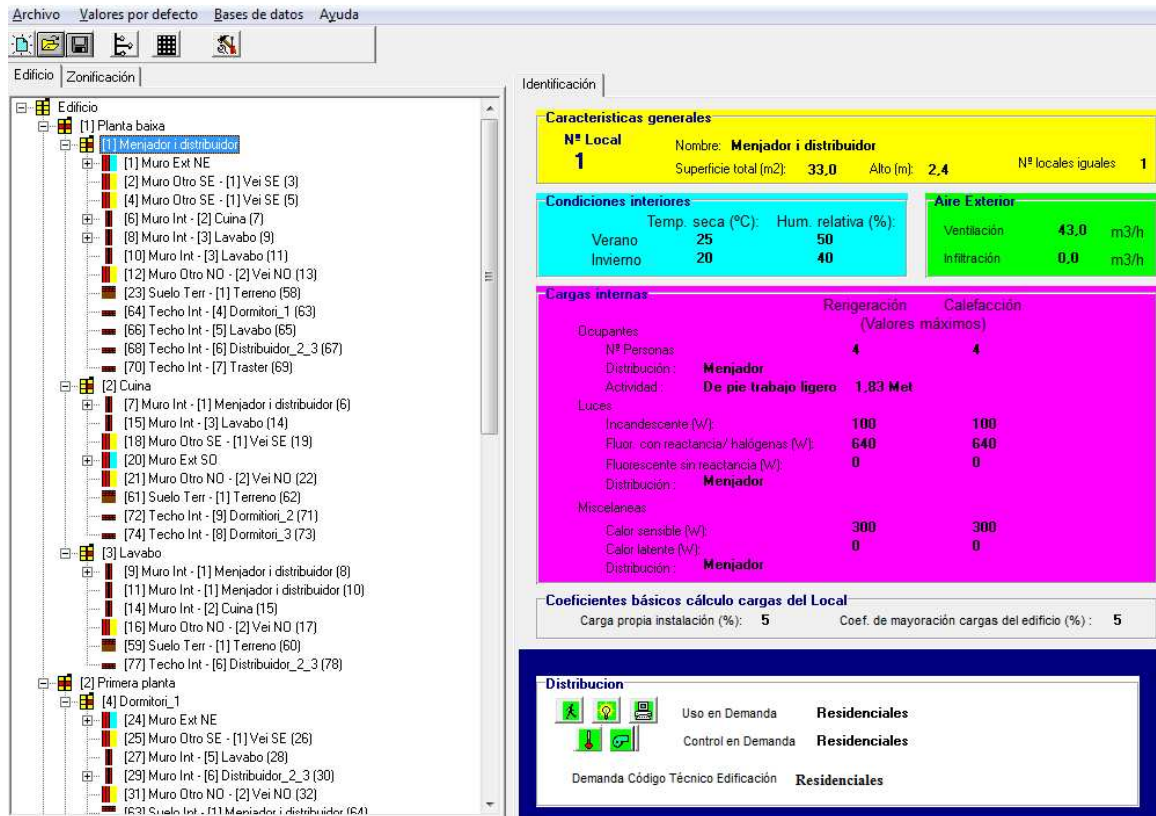
Lleida es troba a la zona Y, per tant la temperatura del terreny equivalent a 6°C.

Ara doncs, es pot procedir a definir l'edifici a partir de les seves característiques constructives i arquitectòniques, segons la Taula 3:

	Dependència
Planta baixa	Menjador - Distribuïdor 1
	Lavabo
	Cuina
Primera planta	Dormitori 1
	Lavabo
	Distribuïdor_2_3
	Dormitori_2
	Dormitori_3

Taula 3-Distribució de la vivenda

Es pot observar a la Figura 14 la distribució interna de la vivenda:



The screenshot displays a software interface for building identification and internal load calculation. The left pane shows a hierarchical tree of building zones, including walls, floors, roofs, and rooms across different floors. The right pane provides detailed information for a selected room (Local 1).

**Características generales**

Nº Local	Nombre	Superficie total (m2)	Alto (m)	Nº locales iguales
1	Menjador i distribuïdor	33,0	2,4	1

**Condiciones interiores**

	Temp. seca (°C)	Hum. relativa (%)
Verano	25	50
Invierno	20	40

**Aire Exterior**

Ventilación	43,0 m3/h
Infiltración	0,0 m3/h

**Cargas internas**

	Refrigeración (Valores máximos)	Calefacción (Valores máximos)
<b>Ocupantes</b>		
Nº Personas	4	4
Distribución: Menjador		
Actividad: De pie trabajo ligero	1.83 Met	
<b>Luces</b>		
Incandescente (W)	100	100
Fluor. con reactancia/ halógenas (W)	640	640
Fluorescente sin reactancia (W)	0	0
Distribución: Menjador		
<b>Misceláneas</b>		
Calor sensible (W)	300	300
Calor latente (W)	0	0
Distribución: Menjador		

**Coefficientes básicos cálculo cargas del Local**

Carga propia instalación (%)	5	Coef. de mayoración cargas del edificio (%)	5
------------------------------	---	---	---

**Distribución**

Uso en Demanda	Residenciales
Control en Demanda	Residenciales
Demanda Código Técnico Edificación	Residenciales

Figura 14-Descripció de les zones de l'edifici

A l'hora d'introduir en el programa la dada *Ventilacions* en cada local, en totes les zones es marcarà prèviament *Toma d'aire exterior: directa a cada local*, i a més, pel cabal d'aire, es tindrà en compte l'ocupació del local marcant la casella *Control de la ventilació: proporcional al número de ocupants*.

Per calcular en nombre de ventilacions, en  $\frac{m^3}{h}$ , es parteix de les dades proposades a la Taula 4, segons [8].



Tipus de Local	Requeriments d'aire de ventilació en dm <sup>3</sup> /s			
	Per persona		Per (m <sup>2</sup> ) de superfície	
	Mínim	Màxim	Mínim	Màxim
1. locals de vivenda				
1.1 Locals vivenda	2,5	4	0,4	-
1.2 Banys	-	-	2	3,5
1.1 Cuines	-	-	0,8	1,5

Taula 4-Cabals per la renovació d'aire

D'aquestes dades, s'utilitzaran les relatives a m<sup>2</sup> de superfície, i s'obtindran les ventilacions a partir de l'Equació 1.

$$\text{Ventilació} = \text{Factor aire ventilació} \cdot \text{Superfície local}$$

Equació 1

El *Factor aire ventilació* és el valor extret de la Taula 4, agafant un valor intermedi entre el màxim i el mínim, cal aplicar factors de conversió adients per obtenir les ventilacions en  $m^3/h$ , unitats que es requereixen al programa.

$$\left(m^3/h\right) = \left(dm^3/s \cdot m^2\right) \cdot (m^2) \cdot \frac{3600 s}{1 h} \cdot \frac{0,001 m^3}{1 dm^3}$$

Per altra banda, en la pestanya *Distribucions ocupants, llums i d'altres càrregues*, segons la Figura 15 en cada local, es definiran els gràfics de percentatge d'ocupació segons la finalitat del local en qüestió, el nombre d'ocupants, l'activitat que s'hi realitza, il·luminació de que disposa, i altres càrregues.

S'haurà d'introduir, des de la base de dades, els possibles electrodomèstics, etc., de que disposa el local.

Totes aquestes dades s'extreuen de la base de dades del programa a través de la icona ESCOLLIR.

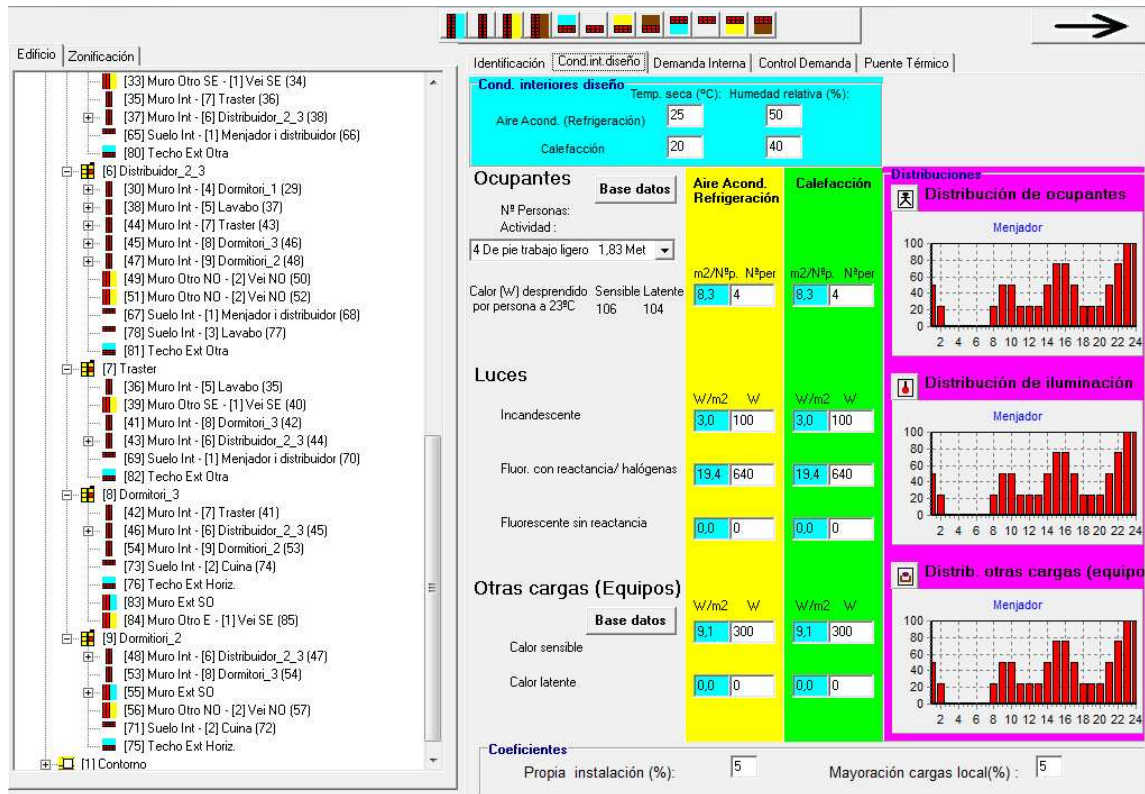


Figura 15-Distribucions, ocupants, llums i d'altres càrregues dels locals





Ruben Ferrer Amorós  
Ruben Caballero Lopez



Una vegada definides les zones i els locals, es procedeix a introduir els Tancaments: *mur a l'exterior, paret a altre local, paret al terreny, sostre a l'exterior, sol al terreny, sostre a altre local, sol a altre local, portes, finestres i claraboies*, etc. Com s'observa a la Figura 16.

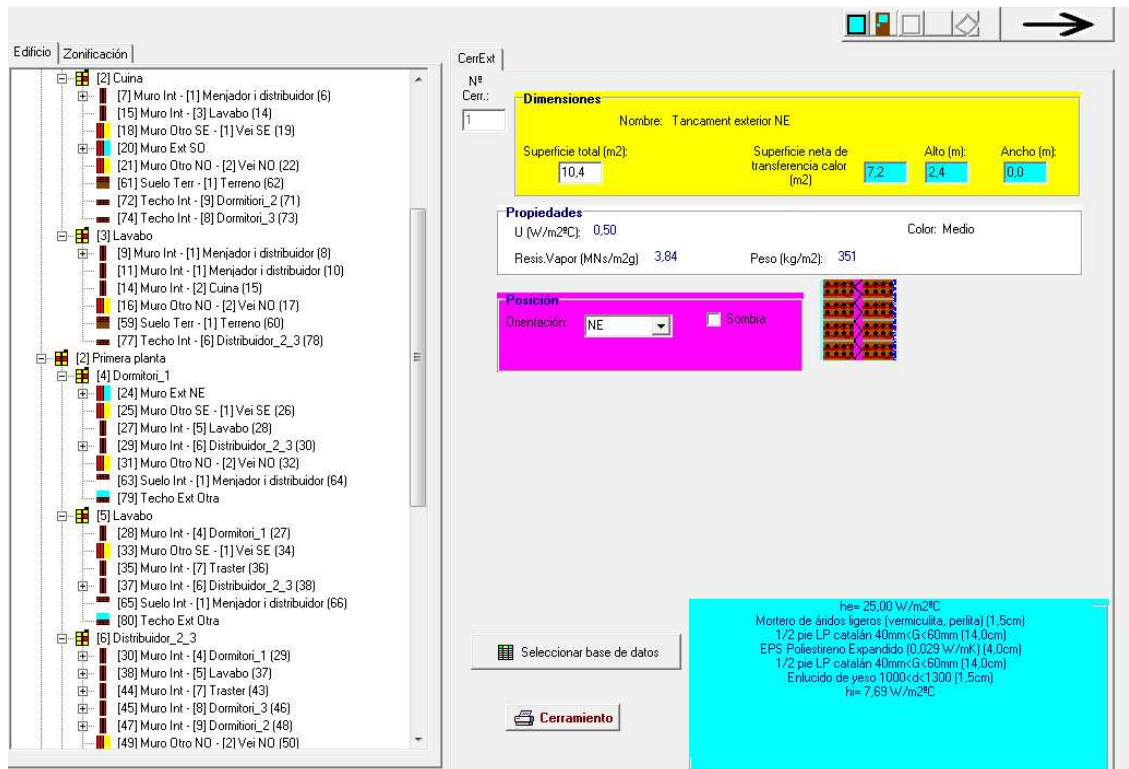


Figura 16-Definició característiques d'un tancament



Ruben Ferrer Amorós  
Ruben Caballero Lopez



En tots els tancaments, a més d'introduir al programa la superfície i orientació en el cas de les parets i murs, definirem la seva composició a partir de les possibilitats que ofereix el programa. Com s' observa a la Figura 17.

**Cerramientos base de datos general**

FC13 De bloque revestido con aplacado, con cámara de aire ventilada, con aislamiento por el interior

Nombre	W/m <sup>2</sup> °C	kg/m <sup>2</sup>
panel	0,34	8
FC08a01de	0,39	206
FC08a01de	0,38	201
FC08a02de	0,38	224
FC08b01de	0,33	137
FC08b02de	0,41	171
FC08a03de	0,38	236
FC08a04de	0,37	254
FC08b03de	0,4	197
FC13b08de	0,38	239
FC13a05de	0,36	309
FC13a06de	0,36	328
FC13b10de	0,37	281
FC13b02de	0,41	197

Color = Medio  
Coef. Absor. = 75,00 %

he= 25,00 W/m<sup>2</sup>°C  
Caliza dureza media (1800<d<1990) (2,0cm)  
Cámara de aire ligeramente ventilada (5,0cm)  
Mortero cemento o cal (alb+revoco/enlucido) 1600<d<1800 (1,5cm)  
BC con mortero convencional (14,0cm)  
Mw Lana mineral (0,031 W/mK) (6,0cm)  
Placa de yeso laminado (PYL) 750<d<900 (1,5cm)  
hi= 7,69 W/m<sup>2</sup>°C

**Cerramientos del proyecto**

Nombre	W/m <sup>2</sup> °C	kg/m <sup>2</sup>
FC08a01de	0,39	206
Tancament exterior NE	0,5	351
Tancament exterior SE_2	0,56	308
Tancament exterior SO_1	0,57	372
FC08a01de	0,38	201

Color = Medio  
Coef. Absor. = 75,00 %

he= 25,00 W/m<sup>2</sup>°C  
Mortero de áridos ligeros (vermiculita, perlita) (1,5cm)  
1/2 pie LP catalán 40mm<G<60mm (14,0cm)  
EPS Poliestireno Expandido (0,029 W/mK) (4,0cm)  
1/2 pie LP catalán 40mm<G<60mm (14,0cm)  
Enlucido de yeso 1000<d<1300 (1,5cm)  
hi= 7,69 W/m<sup>2</sup>°C

Figura 17-Estructuras constructivas definidas

També, si de la base de dades no se'n pot extreure els tipus concrets del nostre habitatge, es defineixen de la forma més aproximada possible a la composició real.





Ruben Ferrer Amorós  
Ruben Caballero Lopez



A partir de la icona AFEGIR, que ens ofereix un ampli ventall de possibilitats per formar el tipus de tancament necessari, com es pot observar a la Figura 18.

Grupo de materiales

Todos

Base Datos CTE

SI

NO

Capa	W/m²C	kg/m³	J/kg°C	MNs/gm	m
1 pie LP métrico 40mm<G<60mm (24,0cm)	0,743	1220	1000	10	0,24
1 pie LP métrico 60mm<G<80mm (24,0cm)	0,634	1150	1000	10	0,24
1 pie LP métrico 80mm<G<100mm (24,0cm)	0,553	1000	1000	10	0,24
1 pie LP catalán 40mm<G<60mm (29,0cm)	0,743	1220	1000	10	0,29
1 pie LP catalán 60mm<G<80mm (29,0cm)	0,634	1150	1000	10	0,29
1 pie LP catalán 80mm<G<100mm (29,0cm)	0,553	1000	1000	10	0,29
1 pie LM métrico 40mm<G<50mm (24,0cm)	1,529	2140	1000	10	0,24
1 pie LM catalán 40mm<G<50mm (29,0cm)	1,529	2140	1000	10	0,29
1 pie LM catalán 40mm<G<50mm (29,0cm)	1,529	2140	1000	10	0,29
1 pie LM catalán 40mm<G<50mm (29,0cm)	1,529	2140	1000	10	0,29
1 pie LM catalán 40mm<G<50mm (29,0cm)	1,529	2140	1000	10	0,29
1 pie LM catalán 40mm<G<50mm (29,0cm)	1,529	2140	1000	10	0,29
1 pie LM catalán 40mm<G<50mm (29,0cm)	1,529	2140	1000	10	0,29
1 pie LM catalán 40mm<G<50mm (29,0cm)	1,529	2140	1000	10	0,29
1 pie LM catalán 40mm<G<50mm (29,0cm)	1,529	2140	1000	10	0,29
1 pie LM catalán 40mm<G<50mm (29,0cm)	1,529	2140	1000	10	0,29

Incluir capa material

Cerramiento en construcción

Clasificación : FC13 De bloque revestido con aplacado, con cámara de aire ventilada, con aislamiento por el interior

Coef. convección exterior (W/m²C) 25,00

Nombre : Generar Nombre I've Generar Nombre Standard

FC13b08de

Exterior

Interior

U (W/m²C) 0,38

peso (kg/m²) 239

Resis.Vapor (MNs/g) 2,47

Espesor (cm) 30,0

Borrar Composicion

Color: Medio

INTERIOR

Coef. convección interior (W/m²C) 7,69

Aceptar Cancelar

Capa	R.Tér	R.Vap.	Peso	CTE	Espesor
Caliza dureza media (1800<d<1990) (2,0cm)	0,014	0,8	37,9	SI	0,02
Cámara de aire ligeramente ventilada (5,0cm)	0	0,09	0	SI	0,05
Mortero cemento o cal (alb+revoco/enlucido) 1600<d<1800	0,015	0,15	22,9	SI	0,015
BC con mortero convencional (14,0cm)	0,32	1,4	163,9	SI	0,14
MW Lana mineral (0,031 W/mK) (6,0cm)	1,935	0,06	2,4	SI	0,06
Placa de yeso laminado (PYL) 750<d<900 (1,5cm)	0,06	0,06	12,4	SI	0,015

Figura 18-Definició del tipus de tancaments



## 2.2.1.2. Resum de característiques de les dependències de la vivenda

### Planta baixa

#### Menjador – Distribuïdor 1

Segons la Figura 19, es mostren els valors de distribució durant el dia:

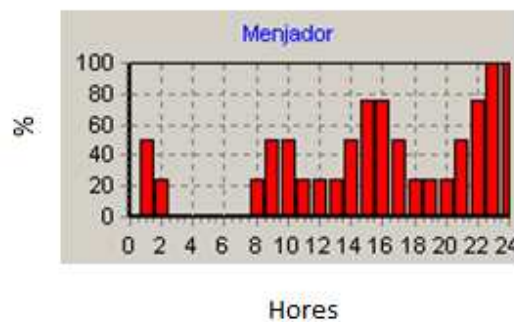


Figura 19



Segons la Taula 5, es mostra informació general sobre les diferents dependències:

Menjador - Distribuïdor 1		
Superfície (m²)	33,00	
Alçada (m)	2,40	
Volum útil (m³)	79,20	
Nº màxim d'ocupants	4	
Ventilació (m³/h)	43	
Activitat	De peu, treball lleuger	
Il·luminació (w)	740	
Altres càrregues (w)	300	
Tancaments		
Tancament	Descripció	Superfície (m²)
Sòl	Sòl al terreny	33,00
Sostre	Sostre cap a 1ª Planta	33,00
Mur exterior 1	Orientació Nord - Est	10,42
Mur interior 2	Cap a local a igual temperatura	17,04
Mur interior 3	Cap a local a igual temperatura	4,73
Mur interior 4	Cap a local a igual temperatura	2,66
Mur interior 5	Cap a local a igual temperatura	4,73
Mur interior 6	Cap a local a igual temperatura	8,30
Mur interior 7	Cap a local a igual temperatura	17,04
Vidre 1	Orientació Nord - Est	1,51
Porta 1	Orientació Nord - Est	2,10

Taula 5-Descripció general menjador - distribuïdor

Lavabo

Segons la Figura 20, es mostren els valors de distribució durant el dia:

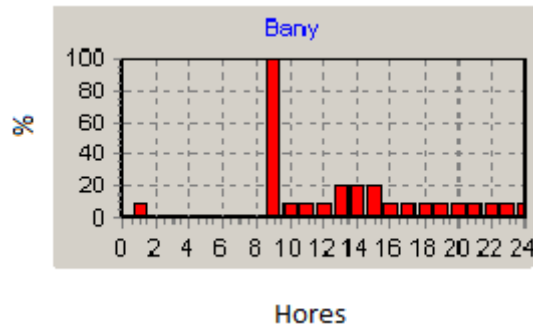


Figura 20

Segons la Taula 6, es mostra informació general sobre les diferents dependències:

Lavabo		
Superfície (m <sup>2</sup> )	13,37	
Alçada (m)	2,40	
Volum útil (m <sup>3</sup> )	13,37	
Nº màxim d'ocupants	1	
Ventilació (m <sup>3</sup> /h)	54	
Activitat	De peu, treball lleuger	
Il·luminació (w)	160	
Altres càrregues (w)	0	
Tancaments		
Tancament	Descripció	Superfície (m <sup>2</sup> )
Sòl	Sòl al terreny	5,57
Sostre	Sostre cap a 1ª Planta	5,57
Mur interior 5	Cap a local a igual temperatura	4,73
Mur interior 6	Cap a local a igual temperatura	17,04
Mur interior 8	Cap a local a igual temperatura	7,51
Mur interior 9	Cap a local a igual temperatura	4,27

Taula 6-Descripció general lavabo

Cuina

Segons la Figura 21, es mostren els valors de distribució durant el dia:

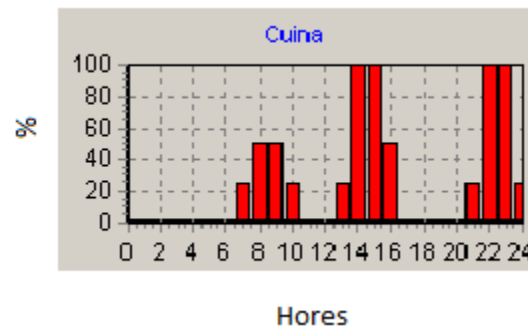


Figura 21

Segons la Taula 7, es mostra informació general sobre les diferents dependències:

Cuina		
Superfície (m²)	11,30	
Alçada (m)	2,40	
Volum útil (m³)	27,12	
Nº màxim d'ocupants	4	
Ventilació (m³/h)	79	
Activitat	De peu, treball moderat	
Il·luminació (w)	120	
Altres càrregues (w)	0	
Tancaments		
Tancament	Descripció	Superfície (m²)
Sòl	Sòl al terreny	5,57
Sostre	Sostre cap a 1ª Planta	5,57
Mur interior 4	Cap a local a igual temperatura	2,66
Mur interior 10	Cap a local a igual temperatura	6,46
Mur exterior 11	Orientació Sud - Oest	10,08
Mur interior 12	Cap a local a igual temperatura	6,46
Mur interior 8	Cap a local a igual temperatura	7,51
Porta 2	Locals a igual temperatura	1,68

Taula 7-Descripció general cuina

Dormitori 1

Segons la Figura 22, es mostren els valors de distribució durant el dia:

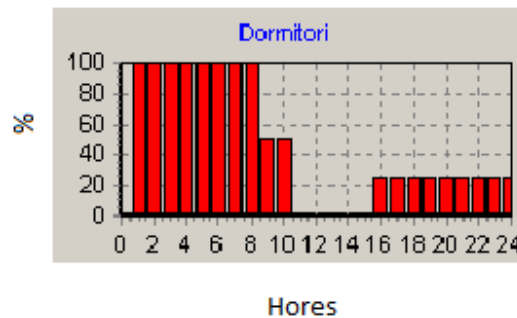


Figura 22

Segons la Taula 8, es mostra informació general sobre les diferents dependències:

Dormitori 1		
Superfície (m²)	14,75	
Alçada (m)	2,40	
Volum útil (m³)	35,40	
Nº màxim d'ocupants	2	
Ventilació (m³/h)	36	
Activitat	Assegut, repòs	
Il·luminació (w)	480	
Altres càrregues (w)	0	
Tancaments		
Tancament	Descripció	Superfície (m²)
Sòl	Sòl al terreny	14,75
Sostre	Sostre cap a 1ª Planta	14,75
Mur exterior 13	Orientació Nord - Est	10,63
Mur interior 14	Cap a local a igual temperatura	4,61
Mur interior 15	Cap a local a igual temperatura	6,02
Mur interior 16	Cap a local a igual temperatura	4,61
Mur interior 17	Cap a local a igual temperatura	7,99
Vidre 2	Orientació Nord - Est	0,81
Vidre 3	Orientació Nord - Est	1,17

Taula 8-Descripció general dormitori 1

Dormitori 2

Segons la Figura 23, es mostren els valors de distribució durant el dia:

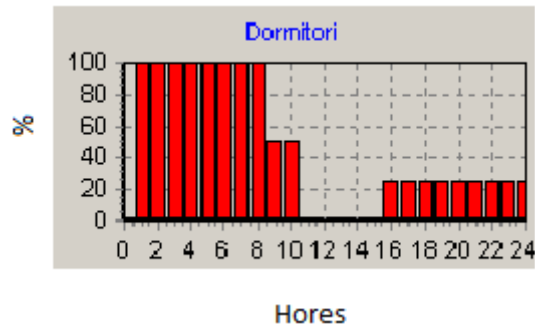


Figura 23

Segons la Taula 9, es mostra informació general sobre les diferents dependències:

Dormitori 2		
Superfície (m <sup>2</sup> )	7,35	
Alçada (m)	2,40	
Volum útil (m <sup>3</sup> )	17,64	
Nº màxim d'ocupants	1	
Ventilació (m <sup>3</sup> /h)	18	
Activitat	Assegut, repòs	
Il·luminació (w)	60	
Altres càrregues (w)	0	
Tancaments		
Tancament	Descripció	Superfície (m <sup>2</sup> )
Sòl	Sòl al terreny	7,35
Sostre	Sostre cap a 1ª Planta	7,35
Mur exterior 29	Orientació Sud - Oest	5,11
Mur interior 30	Cap a local a igual temperatura	8,28
Mur interior 25	Cap a local a igual temperatura	5,26
Mur interior 28	Cap a local a igual temperatura	8,28
Vidre 5	Orientació Sud - Oest	1,15
Porta 4	Locals a igual temperatura	1,68

Taula 9-Descripció general dormitori 2

Dormitori 3

Segons la Figura 24, es mostren els valors de distribució durant el dia:

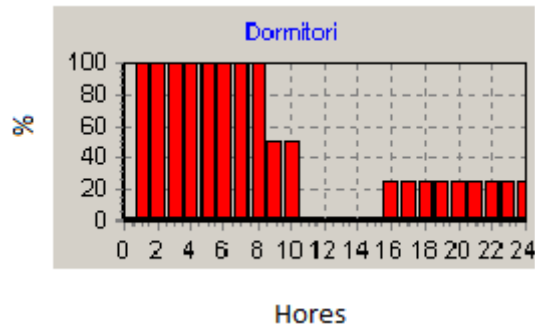


Figura 24

Segons la Taula 10, es mostra informació general sobre les diferents dependències:

Dormitori 3		
Superfície (m²)	7,12	
Alçada (m)	2,40	
Volum útil (m³)	17,09	
Nº màxim d'ocupants	1	
Ventilació (m³/h)	18	
Activitat	Assegut, repòs	
Il·luminació (w)	60	
Altres càrregues (w)	0	
Tancaments		
Tancament	Descripció	Superfície (m²)
Sòl	Sòl al terreny	7,12
Sostre	Sostre cap a 1ª Planta	7,12
Mur exterior 32	Orientació Sud - Oest	4,80
Mur interior 28	Cap a local a igual temperatura	8,28
Mur interior 24	Cap a local a igual temperatura	2,47
Mur interior 22	Cap a local a igual temperatura	6,02
Mur interior 31	Cap a local a igual temperatura	8,54
Vidre 6	Orientació Sud - Oest	1,68

Taula 10-Descripció general dormitori 3



Lavabo

Segons la Figura 25, es mostren els valors de distribució durant el dia:

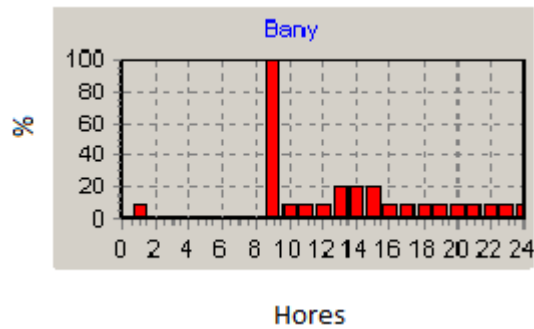


Figura 25

Segons la Taula 11, es mostra informació general sobre les diferents dependències:

Lavabo		
Superfície (m <sup>2</sup> )	5,05	
Alçada (m)	2,40	
Volum útil (m <sup>3</sup> )	12,11	
Nº màxim d'ocupants	1	
Ventilació (m <sup>3</sup> /h)	54	
Activitat	Assegut, repòs	
Il·luminació (w)	240	
Altres càrregues (w)	0	
Tancaments		
Tancament	Descripció	Superfície (m <sup>2</sup> )
Sòl	Sòl al terreny	5,05
Sostre	Sostre cap a 1ª Planta	2,40
Mur interior 15	Cap a local a igual temperatura	6,02
Mur interior 18	Cap a local a igual temperatura	4,82
Mur interior 19	Cap a local a igual temperatura	6,02
Mur interior 20	Cap a local a igual temperatura	4,82
Porta 7	Locals a igual temperatura	1,68

Taula 11-Descripció general lavabo

Traster

Segons la Figura 26, es mostren els valors de distribució durant el dia:

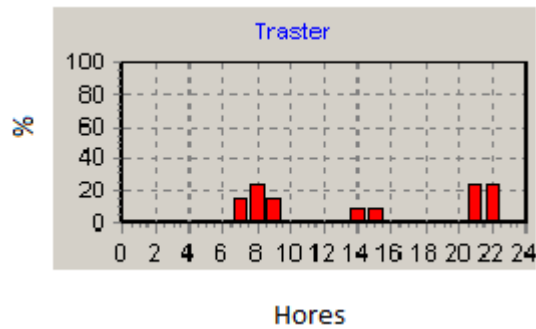


Figura 26

Segons la Taula 12, es mostra informació general sobre les diferents dependències:

Traster		
Superfície (m²)	3,71	
Alçada (m)	2,40	
Volum útil (m³)	8,92	
Nº màxim d'ocupants	4	
Ventilació (m³/h)	11	
Activitat	De peu, treball moderat	
Il·luminació (w)	160	
Altres càrregues (w)	0	
Tancaments		
Tancament	Descripció	Superfície (m²)
Sòl	Sòl al terreny	3,71
Sostre	Sostre cap a 1ª Planta	2,40
Mur interior 15	Cap a local a igual temperatura	6,02
Mur interior 18	Cap a local a igual temperatura	4,82
Mur interior 19	Cap a local a igual temperatura	6,02
Mur interior 20	Cap a local a igual temperatura	4,82
Porta 7	Locals a igual temperatura	1,68

Taula 12-Descripció general traster



### Distribuidor 2-3

Segons la Figura 27, es mostren els valors de distribució durant el dia:

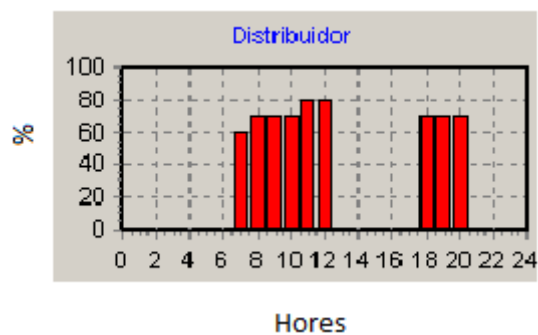


Figura 27



Segons la Taula 13, es mostra informació general sobre les diferents dependències:

Distribuïdor_2_3		
Superfície (m²)	3,98	
Alçada (m)	2,40	
Volum útil (m³)	9,55	
Nº màxim d'ocupants	4	
Ventilació (m³/h)	43	
Activitat	De peu, treball moderat	
Il·luminació (w)	320	
Altres càrregues (w)	0	
Tancaments		
Tancament	Descripció	Superfície (m²)
Sòl	Sòl al terreny	6,24
Sostre	Sostre cap a 1ª Planta	6,24
Mur interior 24	Cap a local a igual temperatura	2,47
Mur interior 25	Cap a local a igual temperatura	5,26
Mur interior 26	Cap a local a igual temperatura	2,47
Mur interior 27	Cap a local a igual temperatura	8,71
Mur interior 16	Cap a local a igual temperatura	4,61
Mur interior 20	Cap a local a igual temperatura	4,82
Mur interior 23	Cap a local a igual temperatura	3,55
Porta 4	Locals a igual temperatura	1,68
Porta 5	Locals a igual temperatura	1,68
Porta 6	Locals a igual temperatura	1,68
Porta 7	Locals a igual temperatura	1,68
Porta 8	Locals a igual temperatura	1,68

Taula 13-Descripció general distribuïdor 2-3

### **2.2.1.3. Resultats obtinguts**

El programa realitza els càlculs per calefacció o refrigeració i els detalla en documents tabulats i gràfics. Per què el programa calculi els resultats que volem obtenir, es disposa d'una sèrie d'icones a partir de les quals el programa demanarà certs paràmetres sobre els resultats que necessitem, com si els volem per locals, per zones, generals, en gràfic, llistats, ...

A continuació es mostren els resultats en mode calefacció, on es podrà, també, observar les dades sobre tancaments, etc., que no han estat detallades anteriorment, com els coeficients K que en resulten de cada element, i també la seva càrrega sensible.



### Datos proyecto

Título:

Càlcul de la demanda energètica de una  
vivenda unifamiliar ubicada al barri dels

Empresa: PFC

Autor: Ruben Caballero i Ruben Ferrer Referencia: Fecha: 21/07/2011

### Condiciones exteriores de proyecto para cargas térmicas de calefacción

El edificio se encuentra en Lérida (323 m) a una latitud de 41,68°

Las condiciones exteriores de proyecto obtenidas de RITE

Nivel percentil = 99,6 %  $T_s = -4,60\text{ }^{\circ}\text{C}$   $T_h = -5,20\text{ }^{\circ}\text{C}$  lo que da una Hr = 85,0 %

Oscilación media diaria = 7,0 °C Incremento temp. por interior población: 0,0 °C

Oscilación máxima anual = 40,40 °C Velocidad del viento = 0,00 m/s Temp. terreno minima = 6 °C

Se consideran como materiales circundantes Estándar con un coef. de reflexión del 35 %

Atmósfera Estándar

**Edificio: Hora de cálculo: 6 h Mes de cálculo: Febrero**

Resumen datos Edificio:

Tipo	Carga sensible (W)	Carga latente (W)	Carga total (W)
Cerramientos	-333,0	-	-333,0
Huecos	-568,6	-	-568,6
Ocupantes	273,0	308,0	581,0
Iluminacion	680,2	-	680,2
Otras cargas	0,0	0,0	0,0
Ventilacion	-2820,9	-1518,5	-4339,4
Infiltracion	0,0	0,0	0,0
PuentesTer	-152,2	-	-152,2
Propia Instalacion	-287,1	-	-287,1
Mayoracion	-301,5	-136,5	-437,9
Total	-6331,0	-2865,5	-9196,5
Ratio (W/m2)	-	-	-88,6

**Local: [1] Menjador i distribuïdor**

## Resumen datos Local

Tipo	Carga sensible (W)	Carga latente (W)	Carga total (W)
Cerramientos	193,7	-	193,7
Huecos	-262,8	-	-262,8
Ocupantes	6,5	0,0	6,5
Iluminacion	23,5	-	23,5
Otras cargas	0,0	0,0	0,0
Ventilacion	-337,2	-182,2	-519,4
Infiltracion	0,0	0,0	0,0
PuentesTer	0,0	-	0,0
Propia Instalacion	-21,1	-	-21,1
Mayoracion	-21,1	-9,1	-30,2
Total	-464,4	-191,3	-655,8
Ratio (W/m2)	-	-	-19,9

**Datos Generales del local**

Num Plta	Num Loc	Nombre	Num Igual	Alto m	Anch m	Largo m	Super m2	TI °C	HRI %	TV °C	HRV %	PropInst %	CoefSeg %	Num Zona
1	1	Menjador i distribuïdor	1	2,4	0,0	0,0	33,0	20	40	25	50	5	5	1

**Datos de ventilación del local**

NP	NL	Nombre	Vent m3/hm2	Vent m3/hp	Vent renv/h	Vent m3/h	Inf m3/hm2	Inf renv/h	Inf m3/h
1	1	Menjador i distribuïdor	1,3	10,8	0,5	43	0	0	0

C.Vent.Latente: -183,4W      C.Vent.Sensible: -340,7W

C.Inf.Latente: 0,0W      C.Inf.Sensible: 0,0W



**Datos de ocupantes, iluminación y otras cargas del local**

NP	NL	Nombre	Act	m2/P	NP	OCU. W/m2	OCU. W	I.I. W/m2	I.I. W	I.FS. W/m2	I.FS. W	I.FC. W/m2	I.FC. W	O.C. W/m2	O.C. W
1	1	Menjador i distribuïdor	4	8,3	4	3	100	19,4	640	0	0	9,1	300	0	0

C.Ocupantes Latente: 0,0W      C.Ocupantes Sensible: 8,1W

C.Otras cargas Latente: 0,0W      C.Otras cargas Sensible: 0,0W

C.Iluminación Sensible: 29,4W

**Muro al exterior: [1] Muro Ext NE**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	Ori	Ang	Incl	Tipo	U	Peso	Rv	Color	Abs
1	1	1	2,4	0	10,4	7,2	NE	-135	90	Tancament exterior NE	0,5	351	3,84	Medio	0,75

C.Sensible: -73,2W

**Puerta al exterior: Puerta Exterior**

NP	NL	NM	NI	Alto	Anc	Sup	Tipo	U	SC
1	1	1	1	210	80	1,68	Porta entrada menjador	3,87	0,07

Fracción soleada: 0 %      C.Sen.cond: -159,8 W      C.Sen.inst.rad: 0,0 W      C.Sen.alamc.rad: 0,1 W

C.Sensible: -159,7W

**Ventana al exterior: Ventana Exterior**

NP	NL	NM	NI	Alto	Anc	Sup	Tipo	U	SC
1	1	1	1	115	131	1,51	Doble + PVC	2,86	0,04

Fracción soleada: 0 %      C.Sen.cond: -105,9 W      C.Sen.inst.rad: 0,0 W      C.Sen.alamc.rad: 0,0 W

C.Sensible: -105,8W



Ruben Ferrer Amorós  
Ruben Caballero Lopez

**Muro a otro local: [2] Muro Otro SE - [1] Vei SE (3)**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	CerrAdy	LocalAdy Vecino	Ori	Ang	Tipo	U	Peso	Rv
1	1	2	2,4	0	17	17	3	1	SE	-45	Tancament contacte vei_1	0,52	186	2,33

C.Sensible: 0,0W

**Muro a otro local: [4] Muro Otro SE - [1] Vei SE (5)**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	CerrAdy	LocalAdy Vecino	Ori	Ang	Tipo	U	Peso	Rv
1	1	4	2,4	0	4,7	4,7	5	1	SE	-45	Tancament contacte vei_2	0,53	195	2,38

C.Sensible: 0,0W

**Muro a otro local acondicionado: [6] Muro Int - [2] Cuina (7)**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	CerrAdy	LocalAdy	Tipo	U	Peso	Rv
1	1	6	2,4	0	2,7	1	7	2	Tancament interior_1	1,98	258	2,24

C.Sensible: 0,0W

**Puerta interior: Puerta Interior**

NP	NL	NM	NI	Alto	Anc	Sup	Tipo	U	SC
1	1	6	1	210	80	1,68	Madera	2,38	0,11

C.Sen.cond: 0,0 W C.Sen.inst.rad: 0,0 W C.Sen.alamc.rad: 0,0 W

C.Sensible: 0,0W

**Muro a otro local acondicionado: [8] Muro Int - [3] Lavabo (9)**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	CerrAdy	LocalAdy	Tipo	U	Peso	Rv
1	1	8	2,4	0	4,7	3	9	3	Tancament interior_1	1,98	258	2,24

C.Sensible: 0,0W

Puerta interior: Puerta Interior

NP	NL	NM	NI	Alto	Anc	Sup	Tipo	U	SC
1	1	8	1	210	80	1,68	Madera	2,2	0,02

C.Sen.cond: 0,0 W C.Sen.inst.rad: 0,0 W C.Sen.alamc.rad: 0,0 W

C.Sensible: 0,0W

**Muro a otro local acondicionado: [10] Muro Int - [3] Lavabo (11)**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	CerrAdy	LocalAdy	Tipo	U	Peso	Rv
1	1	10	2,4	0	8,3	8,3	11	3	Tanacment interior_2	1,4	439	3,74

C.Sensible: 0,0W

**Muro a otro local: [12] Muro Otro NO - [2] Vei NO (13)**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	CerrAdy	LocalAdy Vecino	Ori	Ang	Tipo	U	Peso	Rv
1	1	12	2,4	0	17	17	13	2	NO	135	Tancament contacte vei_2	0,53	195	2,38

C.Sensible: 0,0W

**Suelo al terreno: [23] Suelo Terr - [1] Terreno (58)**

NP	NL	NM	Lar	Anc	Sup	CerrAdy	LocalAdy Vecino	Tipo	U	Peso	Rv	esp. Ais P	Rt. Ais P
1	1	23	2,8	0	33	58	1	Terra planta baixa parquet	0,58	340	11,7	0	0

C.Sensible: 295,5W

**Techo a otro local acondicionado: [64] Techo Int - [4] Dormitori\_1 (63)**

NP	NL	NM	Lar	Anc	Sup	CerrAdy	LocalAdy	Tipo	U	Peso	Rv
1	1	64	0	0	14,8	63	4	Terra primera planta parquet	0,51	313	3,77

C.Sensible: 0,0W

**Techo a otro local acondicionado: [66] Techo Int - [5] Lavabo (65)**

NP	NL	NM	Lar	Anc	Sup	CerrAdy	LocalAdy	Tipo	U	Peso	Rv
1	1	66	0	0	5,1	65	5	Terra primera planta rajola	0,53	364	4,14

C.Sensible: 0,0W

**Techo a otro local acondicionado: [68] Techo Int - [6] Distribuidor\_2\_3 (67)**

NP	NL	NM	Lar	Anc	Sup	CerrAdy	LocalAdy	Tipo	U	Peso	Rv
1	1	68	0	0	6,2	67	6	Terra primera planta parquet	0,51	313	3,77

C.Sensible: 0,0W

**Techo a otro local acondicionado: [70] Techo Int - [7] Traster (69)**

NP	NL	NM	Lar	Anc	Sup	CerrAdy	LocalAdy	Tipo	U	Peso	Rv
1	1	70	0	0	3,7	69	7	Terra primera planta rajola	0,53	364	4,14

C.Sensible: 0,0W

**Local: [2] Cuina**

## Resumen datos Local

Tipo	Carga sensible (W)	Carga latente (W)	Carga total (W)
Cerramientos	26,6	-	26,6
Huecos	-79,2	-	-79,2
Ocupantes	5,5	0,0	5,5
Iluminacion	3,0	-	3,0
Otras cargas	0,0	0,0	0,0
Ventilacion	-617,2	-334,8	-951,9
Infiltracion	0,0	0,0	0,0
PuentesTer	0,0	-	0,0
Propia Instalacion	-33,6	-	-33,6
Mayoracion	-33,6	-16,7	-50,4
Total	-740,1	-351,5	-1091,6
Ratio (W/m2)	-	-	-96,6

**Datos Generales del local**

Num Plta	Num Loc	Nombre	Num Igual	Alto m	Anch m	Largo m	Super m2	TI °C	HRI %	TV °C	HRV %	PropInst %	CoefSeg %	Num Zona
1	2	Cuina	1	2,4	0,0	0,0	11,3	20	40	25	50	5	5	1

**Datos de ventilación del local**

NP	NL	Nombre	Vent m3/hm2	Vent m3/hp	Vent renv/h	Vent m3/h	Inf m3/hm2	Inf renv/h	Inf m3/h
1	2	Cuina	7	19,8	2,9	79	0	0	0

C.Vent.Latente: -337,0W      C.Vent.Sensible: -626,0W

C.Inf.Latente: 0,0W      C.Inf.Sensible: 0,0W

**Datos de ocupantes, iluminación y otras cargas del local**

NP	NL	Nombre	Act	m2/P	NP	OCU. W/m2	OCU. W	I.I. W/m2	I.I. W	I.FS. W/m2	I.FS. W	I.FC. W/m2	I.FC. W	O.C. W/m2	O.C. W
1	2	Cuina	4	2,8	4	0	0	10,6	120	0	0	142	1600	22,1	250

C.Ocupantes Latente: 0,0W      C.Ocupantes Sensible: 5,5W

C.Otras cargas Latente: 0,0W      C.Otras cargas Sensible: 0,0W

C.Iluminación Sensible: 3,0W

**Muro a otro local acondicionado: [7] Muro Int - [1] Menjador i distribuïdor (6)**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	CerrAdy	LocalAdy	Tipo	U	Peso	Rv
1	2	7	2,4	0	2,7	1	6	1	Tancament interior_1	1,98	258	2,24

C.Sensible: 0,0W

Puerta interior: Puerta Interior

NP	NL	NM	NI	Alto	Anc	Sup	Tipo	U	SC
1	2	7	1	210	80	1,68	Madera	2,38	0,11

C.Sen.cond: 0,0 W    C.Sen.inst.rad: 0,0 W    C.Sen.alamc.rad: 0,0 W

C.Sensible: 0,0W

**Muro a otro local acondicionado: [15] Muro Int - [3] Lavabo (14)**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	CerrAdy	LocalAdy	Tipo	U	Peso	Rv
1	2	15	2,3	0	7,4	7,4	14	3	Tancament interior_3	2,02	323	2,9

C.Sensible: 0,0W



Ruben Ferrer Amorós  
Ruben Caballero Lopez

**Muro a otro local: [18] Muro Otro SE - [1] Vei SE (19)**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	CerrAdy	LocalAdy Vecino	Ori	Ang	Tipo	U	Peso	Rv
1	2	18	2,3	0	6,2	6,2	19	1	SE	-45	Tancament contacte vei_3	0,53	260	3,04

C.Sensible: 0,0W

**Muro al exterior: [20] Muro Ext SO**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	Ori	Ang	Incl	Tipo	U	Peso	Rv	Color	Abs
1	2	20	2,3	0	9,7	8,6	SO	45	90	Tancament exterior SO_1	0,57	372	3,1	Medio	0,75

C.Sensible: -101,7W

**Ventana al exterior: Ventana Exterior**

NP	NL	NM	NI	Alto	Anc	Sup	Tipo	U	SC
1	2	20	1	104	110	1,14	Doble + PVC	2,86	0,04

Fracción soleada: 0 % C.Sen.cond: -80,4 W C.Sen.inst.rad: 0,0 W C.Sen.alamc.rad: 0,0 W

C.Sensible: -80,4W

**Muro a otro local: [21] Muro Otro NO - [2] Vei NO (22)**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	CerrAdy	LocalAdy Vecino	Ori	Ang	Tipo	U	Peso	Rv
1	2	21	2,3	0	6,2	6,2	22	2	NO	135	Tancament contacte vei_3	0,53	260	3,04

C.Sensible: 0,0W

**Suelo al terreno: [61] Suelo Terr - [1] Terreno (62)**

NP	NL	NM	Lar	Anc	Sup	CerrAdy	LocalAdy Vecino	Tipo	U	Peso	Rv	esp. Ais P	Rt. Ais P
1	2	61	0	0	11,3	62	1	Terra planta baixa rajola	0,6	392	12,1	0	0

C.Sensible: 141,7W

**Techo a otro local acondicionado: [72] Techo Int - [9] Dormitori\_2 (71)**

NP	NL	NM	Lar	Anc	Sup	CerrAdy	LocalAdy	Tipo	U	Peso	Rv
1	2	72	0	0	7,4	71	9	Terra primera planta parquet	0,51	313	3,77

C.Sensible: 0,0W

**Techo a otro local acondicionado: [74] Techo Int - [8] Dormitori\_3 (73)**

NP	NL	NM	Lar	Anc	Sup	CerrAdy	LocalAdy	Tipo	U	Peso	Rv
1	2	74	0	0	7,5	73	8	Terra primera planta parquet	0,51	313	3,77

C.Sensible: 0,0W



**Local: [3] Lavabo**

## Resumen datos Local

Tipo	Carga sensible (W)	Carga latente (W)	Carga total (W)
Cerramientos	83,8	-	83,8
Huecos	0,0	-	0,0
Ocupantes	0,0	0,0	0,0
Iluminacion	0,7	-	0,7
Otras cargas	0,0	0,0	0,0
Ventilacion	-423,4	-228,8	-652,2
Infiltracion	0,0	0,0	0,0
PuentesTer	0,0	-	0,0
Propia Instalacion	-16,9	-	-16,9
Mayoracion	-16,9	-11,4	-28,4
Total	-372,7	-240,3	-612,9
Ratio (W/m2)	-	-	-110,0

**Datos Generales del local**

Num Plta	Num Loc	Nombre	Num Igual	Alto m	Anch m	Largo m	Super m2	TI °C	HRI %	TV °C	HRV %	PropInst %	CoefSeg %	Num Zona
1	3	Lavabo	1	2,4	0,0	0,0	5,6	20	40	25	50	5	5	1

**Datos de ventilación del local**

NP	NL	Nombre	Vent m3/hm2	Vent m3/hp	Vent renv/h	Vent m3/h	Inf m3/hm2	Inf renv/h	Inf m3/h
1	3	Lavabo	9,7	54	4	54	0	0	0

C.Vent.Latente: -230,3W      C.Vent.Sensible: -427,9W

C.Inf.Latente: 0,0W      C.Inf.Sensible: 0,0W

**Datos de ocupantes, iluminación y otras cargas del local**

NP	NL	Nombre	Act	m2/P	NP	OCU. W/m2	OCU. W	I.I. W/m2	I.I. W	I.FS. W/m2	I.FS. W	I.FC. W/m2	I.FC. W	O.C. W/m2	O.C. W
1	3	Lavabo	4	5,6	1	0	0	28,7	160	0	0	0	0	0	0

C.Ocupantes Latente: 0,0W      C.Ocupantes Sensible: 0,0W

C.Otras cargas Latente: 0,0W      C.Otras cargas Sensible: 0,0W

C.Iluminación Sensible: 0,9W

**Muro a otro local acondicionado: [9] Muro Int - [1] Menjador i distribuïdor (8)**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	CerrAdy	LocalAdy	Tipo	U	Peso	Rv
1	3	9	2,4	0	4,7	3	8	1	Tancament interior_1	1,98	258	2,24

C.Sensible: 0,0W

Puerta interior: Puerta Interior

NP	NL	NM	NI	Alto	Anc	Sup	Tipo	U	SC
1	3	9	1	210	80	1,68	Madera	2,2	0,02

C.Sen.cond: 0,0 W    C.Sen.inst.rad: 0,0 W    C.Sen.alamc.rad: 0,0 W

C.Sensible: 0,0W

**Muro a otro local acondicionado: [11] Muro Int - [1] Menjador i distribuïdor (10)**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	CerrAdy	LocalAdy	Tipo	U	Peso	Rv
1	3	11	2,4	0	8,3	8,3	10	1	Tancament interior_2	1,4	439	3,74

C.Sensible: 0,0W

**Muro a otro local acondicionado: [14] Muro Int - [2] Cuina (15)**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	CerrAdy	LocalAdy	Tipo	U	Peso	Rv
1	3	14	2,3	0	7,4	7,4	15	2	Tancament interior_3	2,02	323	2,9

C.Sensible: 0,0W

**Muro a otro local: [16] Muro Otro NO - [2] Vei NO (17)**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	CerrAdy	LocalAdy Vecino	Ori	Ang	Tipo	U	Peso	Rv
1	3	16	2,3	0	4,2	4,2	17	2	NO	135	Tancament contacte vei_3	0,53	260	3,04

C.Sensible: 0,0W

**Suelo al terreno: [59] Suelo Terr - [1] Terreno (60)**

NP	NL	NM	Lar	Anc	Sup	CerrAdy	LocalAdy Vecino	Tipo	U	Peso	Rv	esp. Ais P	Rt. Ais P
1	3	59	0	0	5,6	60	1	Terra planta baixa rajola	0,6	392	12,1	0	0

C.Sensible: 94,5W

**Techo a otro local acondicionado: [77] Techo Int - [6] Distribuidor\_2\_3 (78)**

NP	NL	NM	Lar	Anc	Sup	CerrAdy	LocalAdy	Tipo	U	Peso	Rv
1	3	77	0	0	5,6	78	6	Terra primera planta parquet	0,51	313	3,77

C.Sensible: 0,0W

**Local: [4] Dormitori\_1**

## Resumen datos Local

Tipo	Carga sensible (W)	Carga latente (W)	Carga total (W)
Cerramientos	-185,6	-	-185,6
Huecos	-106,0	-	-106,0
Ocupantes	5,3	0,0	5,3
Iluminacion	23,7	-	23,7
Otras cargas	0,0	0,0	0,0
Ventilacion	-218,5	-153,6	-372,0
Infiltracion	0,0	0,0	0,0
PuentesTer	0,0	-	0,0
Propia Instalacion	-26,0	-	-26,0
Mayoracion	-26,0	-7,7	-33,6
Total	-571,1	-161,2	-732,3
Ratio (W/m2)	-	-	-49,6

**Datos Generales del local**

Num Plta	Num Loc	Nombre	Num Igual	Alto m	Anch m	Largo m	Super m2	TI °C	HRI %	TV °C	HRV %	PropInst %	CoefSeg %	Num Zona
2	4	Dormitori_1	1	2,4	0,0	0,0	14,8	20	40	25	50	5	5	1

**Datos de ventilación del local**

NP	NL	Nombre	Vent m3/hm2	Vent m3/hp	Vent renv/h	Vent m3/h	Inf m3/hm2	Inf renv/h	Inf m3/h
2	4	Dormitori_1	2,4	18	1	36	0	0	0

C.Vent.Latente: -153,6W      C.Vent.Sensible: -285,3W

C.Inf.Latente: 0,0W      C.Inf.Sensible: 0,0W

**Datos de ocupantes,iluminación y otras cargas del local**

NP	NL	Nombre	Act	m2/P	NP	OCU. W/m2	OCU. W	I.I. W/m2	I.I. W	I.FS. W/m2	I.FS. W	I.FC. W/m2	I.FC. W	O.C. W/m2	O.C. W
2	4	Dormitori_1	4	7,4	2	0	0	32,5	480	0	0	0	0	0	0

C.Ocupantes Latente: 154,0W

C.Ocupantes Sensible: 128,7W

C.Otras cargas Latente: 0,0W

C.Otras cargas Sensible: 0,0W

C.Iluminación Sensible: 537,7W

**Muro al exterior: [24] Muro Ext NE**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	Ori	Ang	Incl	Tipo	U	Peso	Rv	Color	Abs
2	4	24	2,5	0	11,3	9,3	NE	-135	90	Tancament exterior NE	0,5	351	3,84	Medio	0,75

C.Sensible: -94,5W

**Ventana al exterior: Ventana Exterior**

NP	NL	NM	NI	Alto	Anc	Sup	Tipo	U	SC
2	4	24	1	115	102	1,17	Doble + PVC	2,86	0,04

Fracción soleada: 0 % C.Sen.cond: -82,4 W C.Sen.inst.rad: 0,0 W C.Sen.alamc.rad: 0,0 W

C.Sensible: -82,4W

**Ventana al exterior: Ventana Exterior**

NP	NL	NM	NI	Alto	Anc	Sup	Tipo	U	SC
2	4	24	1	121	70	0,85	Doble + PVC	2,86	0,04

Fracción soleada: 0 % C.Sen.cond: -59,5 W C.Sen.inst.rad: 0,0 W C.Sen.alamc.rad: 0,0 W

C.Sensible: -59,5W



Ruben Ferrer Amorós  
Ruben Caballero Lopez

**Muro a otro local: [25] Muro Otro SE - [1] Vei SE (26)**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	CerrAdy	LocalAdy Vecino	Ori	Ang	Tipo	U	Peso	Rv
2	4	25	2,5	0	8,5	8,5	26	1	SE	-45	Tancament contacte vei_2	0,53	195	2,38

C.Sensible: 0,0W

**Muro a otro local acondicionado: [27] Muro Int - [5] Lavabo (28)**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	CerrAdy	LocalAdy	Tipo	U	Peso	Rv
2	4	27	2,5	0	6,4	6,4	28	5	Tancament interior_4	2,04	164	1,54

C.Sensible: 0,0W

**Muro a otro local acondicionado: [29] Muro Int - [6] Distribuidor\_2\_3 (30)**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	CerrAdy	LocalAdy	Tipo	U	Peso	Rv
2	4	29	2,5	0	4,9	3,2	30	6	Tancament interior_5	2	100	0,88

C.Sensible: 0,0W

**Puerta interior: Puerta Interior**

NP	NL	NM	NI	Alto	Anc	Sup	Tipo	U	SC
2	4	29	1	210	80	1,68	Madera	2,2	0,02

C.Sen.cond: 0,0 W C.Sen.inst.rad: 0,0 W C.Sen.alamc.rad: 0,0 W

C.Sensible: 0,0W

**Muro a otro local: [31] Muro Otro NO - [2] Vei NO (32)**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	CerrAdy	LocalAdy Vecino	Ori	Ang	Tipo	U	Peso	Rv
2	4	31	2,5	0	8,5	8,5	32	2	NO	135	Tancament contacte vei_2	0,53	195	2,38

C.Sensible: 0,0W

**Suelo a otro local acondicionado: [63] Suelo Int - [1] Menjador i distribuïdor (64)**

NP	NL	NM	Lar	Anc	Sup	CerrAdy	LocalAdy Vecino	Tipo	U	Peso	Rv
2	4	63	0	0	14,8	64	1	Terra primera planta parquet	0,51	313	3,77

C.Sensible: 0,0W

**Techo al exterior: [79] Techo Ext Otra**

NP	NL	NM	Lar	Anc	Sup	Sup Neta	Ori	Ang	Incl	Tipo	U	Peso	Rv	Color	Abs
2	4	79	0	0	14,8	10	Otra	0	30	Coberta inclinada	0,39	351	104	Medio	0,75

C.Sensible: -82,1W

**Local: [5] Lavabo**

## Resumen datos Local

Tipo	Carga sensible (W)	Carga latente (W)	Carga total (W)
Cerramientos	-82,8	-	-82,8
Huecos	0,0	-	0,0
Ocupantes	0,0	0,0	0,0
Iluminacion	1,0	-	1,0
Otras cargas	0,0	0,0	0,0
Ventilacion	-427,9	-230,3	-658,2
Infiltracion	0,0	0,0	0,0
PuentesTer	0,0	-	0,0
Propia Instalacion	-25,5	-	-25,5
Mayoracion	-25,5	-11,5	-37,0
Total	-560,6	-241,9	-802,5
Ratio (W/m2)	-	-	-158,9

**Datos Generales del local**

Num Plta	Num Loc	Nombre	Num Igual	Alto m	Anch m	Largo m	Super m2	TI °C	HRI %	TV °C	HRV %	PropInst %	CoefSeg %	Num Zona
2	5	Lavabo	1	2,4	0,0	0,0	5,1	20	40	25	50	5	5	1

**Datos de ventilación del local**

NP	NL	Nombre	Vent m3/hm2	Vent m3/hp	Vent renv/h	Vent m3/h	Inf m3/hm2	Inf renv/h	Inf m3/h
2	5	Lavabo	10,7	54	4,5	54	0	0	0

C.Vent.Latente: -230,3W      C.Vent.Sensible: -427,9W

C.Inf.Latente: 0,0W      C.Inf.Sensible: 0,0W





Ruben Ferrer Amorós  
Ruben Caballero Lopez

**Datos de ocupantes,iluminación y otras cargas del local**

NP	NL	Nombre	Act	m2/P	NP	OCU. W/m2	OCU. W	I.I. W/m2	I.I. W	I.FS. W/m2	I.FS. W	I.FC. W/m2	I.FC. W	O.C. W/m2	O.C. W
2	5	Lavabo	4	5,1	1	0	0	47,5	240	0	0	0	0	0	0

C.Ocupantes Latente: 0,0W      C.Ocupantes Sensible: 0,0W

C.Otras cargas Latente: 0,0W      C.Otras cargas Sensible: 0,0W

C.Iluminación Sensible: 1,2W

**Muro a otro local acondicionado: [28] Muro Int - [4] Dormitori\_1 (27)**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	CerrAdy	LocalAdy	Tipo	U	Peso	Rv
2	5	28	2,5	0	6,4	6,4	27	4	Tancament interior_4	2,04	164	1,54

C.Sensible: 0,0W

**Muro a otro local: [33] Muro Otro SE - [1] Vei SE (34)**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	CerrAdy	LocalAdy Vecino	Ori	Ang	Tipo	U	Peso	Rv
2	5	33	2,5	0	5	5	34	1	SE	-45	Tancament contacte vei_3	0,53	260	3,04

C.Sensible: 0,0W

**Muro a otro local acondicionado: [35] Muro Int - [7] Traster (36)**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	CerrAdy	LocalAdy	Tipo	U	Peso	Rv
2	5	35	2,5	0	6,3	6,3	36	7	Tancament interior_4	2,04	164	1,54

C.Sensible: 0,0W

**Muro a otro local acondicionado: [37] Muro Int - [6] Distribuidor\_2\_3 (38)**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	CerrAdy	LocalAdy	Tipo	U	Peso	Rv
2	5	37	2,5	0	5	3,32	38	6	Tancament interior_4	2,04	164	1,54

C.Sensible: 0,0W

**Puerta interior: Puerta Interior**

NP	NL	NM	NI	Alto	Anc	Sup	Tipo	U	SC
2	5	37	1	210	80	1,68	Madera	2,2	0,02

C.Sen.cond: 0,0 W C.Sen.inst.rad: 0,0 W C.Sen.alamc.rad: 0,0 W

C.Sensible: 0,0W

**Suelo a otro local acondicionado: [65] Suelo Int - [1] Menjador i distribuïdor (66)**

NP	NL	NM	Lar	Anc	Sup	CerrAdy	LocalAdy Vecino	Tipo	U	Peso	Rv
2	5	65	0	0	5,1	66	1	Terra primera planta rajola	0,53	364	4,14

C.Sensible: 0,0W

**Techo al exterior: [80] Techo Ext Otra**

NP	NL	NM	Lar	Anc	Sup	Sup Neta	Ori	Ang	Incl	Tipo	U	Peso	Rv	Color	Abs
2	5	80	0	0	5,1	10	Otra	0	30	Coberta inclinada	0,39	351	104	Medio	0,75

C.Sensible: -82,1W

**Local: [6] Distribuidor\_2\_3**

## Resumen datos Local

Tipo	Carga sensible (W)	Carga latente (W)	Carga total (W)
Cerramientos	-82,1	-	-82,1
Huecos	0,0	-	0,0
Ocupantes	1,7	0,0	1,7
Iluminacion	2,5	-	2,5
Otras cargas	0,0	0,0	0,0
Ventilacion	-340,7	-183,4	-524,1
Infiltracion	0,0	0,0	0,0
PuentesTer	0,0	-	0,0
Propia Instalacion	-20,9	-	-20,9
Mayoracion	-20,9	-9,2	-30,1
Total	-460,5	-192,6	-653,1
Ratio (W/m2)	-	-	-42,0

**Datos Generales del local**

Num Plta	Num Loc	Nombre	Num Igual	Alto m	Anch m	Largo m	Super m2	TI °C	HRI %	TV °C	HRV %	PropInst %	CoefSeg %	Num Zona
2	6	Distribuidor_2_3	1	2,4	0,0	0,0	15,6	20	40	25	50	5	5	1

**Datos de ventilación del local**

NP	NL	Nombre	Vent m3/hm2	Vent m3/hp	Vent renv/h	Vent m3/h	Inf m3/hm2	Inf renv/h	Inf m3/h
2	6	Distribuidor_2_3	2,8	10,8	1,2	43	0	0	0

C.Vent.Latente: -183,4W      C.Vent.Sensible: -340,7W

C.Inf.Latente: 0,0W      C.Inf.Sensible: 0,0W

**Datos de ocupantes, iluminación y otras cargas del local**

NP	NL	Nombre	Act	m2/P	NP	OCU. W/m2	OCU. W	I.I. W/m2	I.I. W	I.FS. W/m2	I.FS. W	I.FC. W/m2	I.FC. W	O.C. W/m2	O.C. W
2	6	Distribuidor_2_3	4	3,9	4	0	0	15,4	240	0	0	0	0	0	0

C.Ocupantes Latente: 0,0W      C.Ocupantes Sensible: 1,7W

C.Otras cargas Latente: 0,0W      C.Otras cargas Sensible: 0,0W

C.Iluminación Sensible: 2,5W

**Muro a otro local acondicionado: [30] Muro Int - [4] Dormitori\_1 (29)**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	CerrAdy	LocalAdy	Tipo	U	Peso	Rv
2	6	30	2,5	0	4,9	3,2	29	4	Tancament interior_5	2	100	0,88

C.Sensible: 0,0W

**Puerta interior: Puerta Interior**

NP	NL	NM	NI	Alto	Anc	Sup	Tipo	U	SC
2	6	30	1	210	80	1,68	Madera	2,2	0,02

C.Sen.cond: 0,0 W    C.Sen.inst.rad: 0,0 W    C.Sen.alamc.rad: 0,0 W

C.Sensible: 0,0W

**Muro a otro local acondicionado: [38] Muro Int - [5] Lavabo (37)**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	CerrAdy	LocalAdy	Tipo	U	Peso	Rv
2	6	38	2,5	0	5	3,32	37	5	Tancament interior_4	2,04	164	1,54

C.Sensible: 0,0W

Puerta interior: Puerta Interior

NP	NL	NM	NI	Alto	Anc	Sup	Tipo	U	SC
2	6	38	1	210	80	1,68	Madera	2,2	0,02

C.Sen.cond: 0,0 W C.Sen.inst.rad: 0,0 W C.Sen.alamc.rad: 0,0 W

C.Sensible: 0,0W

**Muro a otro local acondicionado: [44] Muro Int - [7] Traster (43)**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	CerrAdy	LocalAdy	Tipo	U	Peso	Rv
2	6	44	2,5	0	3,8	2,12	43	7	Tancament interior_5	2	100	0,88

C.Sensible: 0,0W

Puerta interior: Puerta Interior

NP	NL	NM	NI	Alto	Anc	Sup	Tipo	U	SC
2	6	44	1	210	80	1,68	Madera	2,2	0,02

C.Sen.cond: 0,0 W C.Sen.inst.rad: 0,0 W C.Sen.alamc.rad: 0,0 W

C.Sensible: 0,0W

**Muro a otro local acondicionado: [45] Muro Int - [8] Dormitori\_3 (46)**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	CerrAdy	LocalAdy	Tipo	U	Peso	Rv
2	6	45	2,5	0	12,5	10,8	46	8	Tancament interior_5	2	100	0,88

C.Sensible: 0,0W

Puerta interior: Puerta Interior

NP	NL	NM	NI	Alto	Anc	Sup	Tipo	U	SC
2	6	45	1	210	80	1,68	Madera	2,2	0,02

C.Sen.cond: 0,0 W C.Sen.inst.rad: 0,0 W C.Sen.alamc.rad: 0,0 W

C.Sensible: 0,0W

**Muro a otro local acondicionado: [47] Muro Int - [9] Dormitori\_2 (48)**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	CerrAdy	LocalAdy	Tipo	U	Peso	Rv
2	6	47	2,5	0	5,3	3,62	48	9	Tancament interior_5	2	100	0,88

C.Sensible: 0,0W

Puerta interior: Puerta Interior

NP	NL	NM	NI	Alto	Anc	Sup	Tipo	U	SC
2	6	47	1	210	80	1,68	Madera	2,2	0,02

C.Sen.cond: 0,0 W C.Sen.inst.rad: 0,0 W C.Sen.alamc.rad: 0,0 W

C.Sensible: 0,0W

**Muro a otro local: [49] Muro Otro NO - [2] Vei NO (50)**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	CerrAdy	LocalAdy Vecino	Ori	Ang	Tipo	U	Peso	Rv
2	6	49	2,5	0	2,5	2,5	50	2	NO	135	Tancament contacte vei_2	0,53	195	2,38

C.Sensible: 0,0W

**Muro a otro local: [51] Muro Otro NO - [2] Vei NO (52)**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	CerrAdy	LocalAdy Vecino	Ori	Ang	Tipo	U	Peso	Rv
2	6	51	2,5	0	9,3	9,3	52	2	NO	135	Tancament contacte vei_2	0,53	195	2,38

C.Sensible: 0,0W

**Suelo a otro local acondicionado: [67] Suelo Int - [1] Menjador i distribuïdor (68)**

NP	NL	NM	Lar	Anc	Sup	CerrAdy	LocalAdy Vecino	Tipo	U	Peso	Rv
2	6	67	0	0	6,2	68	1	Terra primera planta parquet	0,51	313	3,77

C.Sensible: 0,0W

**Suelo a otro local acondicionado: [78] Suelo Int - [3] Lavabo (77)**

NP	NL	NM	Lar	Anc	Sup	CerrAdy	LocalAdy Vecino	Tipo	U	Peso	Rv
2	6	78	0	0	5,6	77	3	Terra primera planta parquet	0,51	313	3,77

C.Sensible: 0,0W

**Techo al exterior: [81] Techo Ext Otra**

NP	NL	NM	Lar	Anc	Sup	Sup Neta	Ori	Ang	Incl	Tipo	U	Peso	Rv	Color	Abs
2	6	81	0	0	15,6	10	Otra	0	30	Coberta inclinada	0,39	351	104	Medio	0,75

C.Sensible: -82,1W

**Local: [7] Traster**

## Resumen datos Local

Tipo	Carga sensible (W)	Carga latente (W)	Carga total (W)
Cerramientos	-82,1	-	-82,1
Huecos	0,0	-	0,0
Ocupantes	0,0	0,0	0,0
Iluminacion	0,7	-	0,7
Otras cargas	0,0	0,0	0,0
Ventilacion	-87,2	-46,9	-134,1
Infiltracion	0,0	0,0	0,0
PuentesTer	0,0	-	0,0
Propia Instalacion	-8,4	-	-8,4
Mayoracion	-8,4	-2,3	-10,8
Total	-185,5	-49,3	-234,7
Ratio (W/m2)	-	-	-63,3

**Datos Generales del local**

Num Plta	Num Loc	Nombre	Num Igual	Alto m	Anch m	Largo m	Super m2	TI °C	HRI %	TV °C	HRV %	PropInst %	CoefSeg %	Num Zona
2	7	Traster	1	2,4	0,0	0,0	3,7	20	40	25	50	5	5	1

**Datos de ventilación del local**

NP	NL	Nombre	Vent m3/hm2	Vent m3/hp	Vent renv/h	Vent m3/h	Inf m3/hm2	Inf renv/h	Inf m3/h
2	7	Traster	3	10,8	1,2	11	0	0	0

C.Vent.Latente: -46,9W      C.Vent.Sensible: -87,2W

C.Inf.Latente: 0,0W      C.Inf.Sensible: 0,0W



**Datos de ocupantes, iluminación y otras cargas del local**

NP	NL	Nombre	Act	m2/P	NP	OCU. W/m2	OCU. W	I.I. W/m2	I.I. W	I.FS. W/m2	I.FS. W	I.FC. W/m2	I.FC. W	O.C. W/m2	O.C. W
2	7	Traster	4	3,7	1	0	0	43,1	160	0	0	0	0	0	0

C.Ocupantes Latente: 0,0W      C.Ocupantes Sensible: 0,0W

C.Otras cargas Latente: 0,0W      C.Otras cargas Sensible: 0,0W

C.Iluminación Sensible: 0,7W

**Muro a otro local acondicionado: [36] Muro Int - [5] Lavabo (35)**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	CerrAdy	LocalAdy	Tipo	U	Peso	Rv
2	7	36	2,5	0	6,3	6,3	35	5	Tancament interior_4	2,04	164	1,54

C.Sensible: 0,0W

**Muro a otro local: [39] Muro Otro SE - [1] Vei SE (40)**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	CerrAdy	LocalAdy Vecino	Ori	Ang	Tipo	U	Peso	Rv
2	7	39	2,5	0	3,8	3,8	40	1	SE	-45	Tancament contacte vei_2	0,53	195	2,38

C.Sensible: 0,0W

**Muro a otro local acondicionado: [41] Muro Int - [8] Dormitori\_3 (42)**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	CerrAdy	LocalAdy	Tipo	U	Peso	Rv
2	7	41	2,5	0	6,4	6,4	42	8	Tancament interior_6	1,39	375	3,08

C.Sensible: 0,0W

**Muro a otro local acondicionado: [43] Muro Int - [6] Distribuidor\_2\_3 (44)**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	CerrAdy	LocalAdy	Tipo	U	Peso	Rv
2	7	43	2,5	0	3,8	2,12	44	6	Tancament interior_5	2	100	0,88

C.Sensible: 0,0W

**Puerta interior: Puerta Interior**

NP	NL	NM	NI	Alto	Anc	Sup	Tipo	U	SC
2	7	43	1	210	80	1,68	Madera	2,2	0,02

C.Sen.cond: 0,0 W C.Sen.inst.rad: 0,0 W C.Sen.alamc.rad: 0,0 W

C.Sensible: 0,0W

**Suelo a otro local acondicionado: [69] Suelo Int - [1] Menjador i distribuidor (70)**

NP	NL	NM	Lar	Anc	Sup	CerrAdy	LocalAdy Vecino	Tipo	U	Peso	Rv
2	7	69	0	0	3,7	70	1	Terra primera planta rajola	0,53	364	4,14

C.Sensible: 0,0W

**Techo al exterior: [82] Techo Ext Otra**

NP	NL	NM	Lar	Anc	Sup	Sup Neta	Ori	Ang	Incl	Tipo	U	Peso	Rv	Color	Abs
2	7	82	0	0	3,7	10	Otra	0	30	Coberta inclinada	0,39	351	104	Medio	0,75

C.Sensible: -82,1W

**Local: [8] Dormitori\_3**

## Resumen datos Local

Tipo	Carga sensible (W)	Carga latente (W)	Carga total (W)
Cerramientos	-145,9	-	-145,9
Huecos	0,0	-	0,0
Ocupantes	1,8	0,0	1,8
Iluminacion	7,4	-	7,4
Otras cargas	0,0	0,0	0,0
Ventilacion	-116,9	-76,8	-193,6
Infiltracion	0,0	0,0	0,0
PuentesTer	0,0	-	0,0
Propia Instalacion	-13,6	-	-13,6
Mayoracion	-13,6	-3,8	-17,4
Total	-298,8	-80,6	-379,4
Ratio (W/m2)	-	-	-50,6

**Datos Generales del local**

Num Plta	Num Loc	Nombre	Num Igual	Alto m	Anch m	Largo m	Super m2	TI °C	HRI %	TV °C	HRV %	PropInst %	CoefSeg %	Num Zona
2	8	Dormitori_3	1	2,4	0,0	0,0	7,5	20	40	25	50	5	5	1

**Datos de ventilación del local**

NP	NL	Nombre	Vent m3/hm2	Vent m3/hp	Vent renv/h	Vent m3/h	Inf m3/hm2	Inf renv/h	Inf m3/h
2	8	Dormitori_3	2,4	18	1	18	0	0	0

C.Vent.Latente: -76,8W      C.Vent.Sensible: -142,6W

C.Inf.Latente: 0,0W      C.Inf.Sensible: 0,0W

**Datos de ocupantes,iluminación y otras cargas del local**

NP	NL	Nombre	Act	m2/P	NP	OCU. W/m2	OCU. W	I.I. W/m2	I.I. W	I.FS. W/m2	I.FS. W	I.FC. W/m2	I.FC. W	O.C. W/m2	O.C. W
2	8	Dormitori_3	4	7,5	1	8	60	0	0	0	0	0	0	0	0

C.Ocupantes Latente: 77,0W

C.Ocupantes Sensible: 64,4W

C.Otras cargas Latente: 0,0W

C.Otras cargas Sensible: 0,0W

C.Iluminación Sensible: 52,4W

**Muro a otro local acondicionado: [42] Muro Int - [7] Traster (41)**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	CerrAdy	LocalAdy	Tipo	U	Peso	Rv
2	8	42	2,5	0	6,4	6,4	41	7	Tanacment interior_6	1,39	375	3,08

C..Sensible: 0,0W

**Muro a otro local acondicionado: [46] Muro Int - [6] Distribuidor\_2\_3 (45)**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	CerrAdy	LocalAdy	Tipo	U	Peso	Rv
2	8	46	2,5	0	12,5	10,8	45	6	Tancament interior_5	2	100	0,88

C..Sensible: 0,0W

Puerta interior: Puerta Interior

NP	NL	NM	NI	Alto	Anc	Sup	Tipo	U	SC
2	8	46	1	210	80	1,68	Madera	2,2	0,02

C.Sen.cond: 0,0 W C.Sen.inst.rad: 0,0 W C.Sen.alamc.rad: 0,0 W

C..Sensible: 0,0W

**Muro a otro local acondicionado: [54] Muro Int - [9] Dormitori\_2 (53)**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	CerrAdy	LocalAdy	Tipo	U	Peso	Rv
2	8	54	2,4	0	8,3	8,3	53	9	Tancament interior_5	2	100	0,88

C.Sensible: 0,0W

**Suelo a otro local acondicionado: [73] Suelo Int - [2] Cuina (74)**

NP	NL	NM	Lar	Anc	Sup	CerrAdy	LocalAdy Vecino	Tipo	U	Peso	Rv
2	8	73	0	0	7,5	74	2	Terra primera planta parquet	0,51	313	3,77

C.Sensible: 0,0W

**Techo al exterior: [76] Techo Ext Horiz.**

NP	NL	NM	Lar	Anc	Sup	Sup Neta	Ori	Ang	Incl	Tipo	U	Peso	Rv	Color	Abs
2	8	76	0	0	7,5	10	Hori z.	0	0	Coberta plana	0,39	446	109	Medio	0,75

C.Sensible: -81,1W

**Muro al exterior: [83] Muro Ext SO**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	Ori	Ang	Incl	Tipo	U	Peso	Rv	Color	Abs
2	8	83	2,4	0	4,8	4,8	SO	45	90	Tancament exterior SE_2	0,56	308	2,44	Medio	0,75

C.Sensible: -57,2W

**Muro a otro local: [84] Muro Otro E - [1] Vei SE (85)**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	CerrAdy	LocalAdy Vecino	Ori	Ang	Tipo	U	Peso	Rv
2	8	84	2,4	0	8,5	8,5	85	1	E	-90	Tancament contacte vei_2	0,53	195	2,38

C.Sensible: 0,0W

**Local: [9] Dormitori\_2**

## Resumen datos Local

Tipo	Carga sensible (W)	Carga latente (W)	Carga total (W)
Cerramientos	-135,6	-	-135,6
Huecos	-64,7	-	-64,7
Ocupantes	1,6	0,0	1,6
Iluminacion	5,8	-	5,8
Otras cargas	0,0	0,0	0,0
Ventilacion	-116,9	-76,8	-193,6
Infiltracion	0,0	0,0	0,0
PuentesTer	0,0	-	0,0
Propia Instalacion	-16,4	-	-16,4
Mayoracion	-16,4	-3,8	-20,2
Total	-360,7	-80,6	-441,3
Ratio (W/m2)	-	-	-60,0

**Datos Generales del local**

Num Plta	Num Loc	Nombre	Num Igual	Alto m	Anch m	Largo m	Super m2	TI °C	HRI %	TV °C	HRV %	PropInst %	CoefSeg %	Num Zona
2	9	Dormitori_2	1	2,4	0,0	0,0	7,3	20	40	25	50	5	5	1

**Datos de ventilación del local**

NP	NL	Nombre	Vent m3/hm2	Vent m3/hp	Vent renv/h	Vent m3/h	Inf m3/hm2	Inf renv/h	Inf m3/h
2	9	Dormitori_2	2,4	18	1	18	0	0	0

C.Vent.Latente: -76,8W      C.Vent.Sensible: -142,6W

C.Inf.Latente: 0,0W      C.Inf.Sensible: 0,0W

**Datos de ocupantes, iluminación y otras cargas del local**

NP	NL	Nombre	Act	m2/P	NP	OCU. W/m2	OCU. W	I.I. W/m2	I.I. W	I.FS. W/m2	I.FS. W	I.FC. W/m2	I.FC. W	O.C. W/m2	O.C. W
2	9	Dormitori_2	4	7,3	1	8,2	60	0	0	0	0	0	0	0	0

C.Ocupantes Latente: 77,0W

C.Ocupantes Sensible: 64,5W

C.Otras cargas Latente: 0,0W

C.Otras cargas Sensible: 0,0W

C.Iluminación Sensible: 52,5W

**Muro a otro local acondicionado: [48] Muro Int - [6] Distribuidor\_2\_3 (47)**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	CerrAdy	LocalAdy	Tipo	U	Peso	Rv
2	9	48	2,5	0	5,3	3,62	47	6	Tancament interior_5	2	100	0,88

C.Sensible: 0,0W

**Puerta interior: Puerta Interior**

NP	NL	NM	NI	Alto	Anc	Sup	Tipo	U	SC
2	9	48	1	210	80	1,68	Madera	2,2	0,02

C.Sen.cond: 0,0 W   C.Sen.inst.rad: 0,0 W   C.Sen.alamc.rad: 0,0 W

C.Sensible: 0,0W

**Muro a otro local acondicionado: [53] Muro Int - [8] Dormitori\_3 (54)**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	CerrAdy	LocalAdy	Tipo	U	Peso	Rv
2	9	53	2,4	0	8,3	8,3	54	8	Tancament interior_5	2	100	0,88

C.Sensible: 0,0W



Ruben Ferrer Amorós  
Ruben Caballero Lopez

**Muro al exterior: [55] Muro Ext SO**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	Ori	Ang	Incl	Tipo	U	Peso	Rv	Color	Abs
2	9	55	2,4	0	5,1	4	SO	45	90	Tancament exterior SE_2	0,56	308	2,44	Medio	0,75

C.Sensible: -47,7W

**Ventana al exterior: Ventana Exterior**

NP	NL	NM	NI	Alto	Anc	Sup	Tipo	U	SC
2	9	55	1	115	100	1,15	Doble + PVC	2,86	0,04

Fracción soleada: 0 % C.Sen.cond: -80,8 W C.Sen.inst.rad: 0,0 W C.Sen.alamc.rad: 0,0 W

C.Sensible: -80,8W

**Muro a otro local: [56] Muro Otro NO - [2] Vei NO (57)**

NP	NL	NM	Alto	Anc	Sup	Sup Neta	CerrAdy	LocalAdy Vecino	Ori	Ang	Tipo	U	Peso	Rv
2	9	56	2,4	0	8,3	8,3	57	2	NO	135	Tancament contacte vei_2	0,53	195	2,38

C.Sensible: 0,0W

**Suelo a otro local acondicionado: [71] Suelo Int - [2] Cuina (72)**

NP	NL	NM	Lar	Anc	Sup	CerrAdy	LocalAdy Vecino	Tipo	U	Peso	Rv
2	9	71	0	0	7,4	72	2	Terra primera planta parquet	0,51	313	3,77

C.Sensible: 0,0W



**Techo al exterior: [75] Techo Ext Horiz.**

NP	NL	NM	Lar	Anc	Sup	Sup Neta	Ori	Ang	Incl	Tipo	U	Peso	Rv	Color	Abs
2	9	75	0	0	7,4	10	Hori z.	0	0	Coberta plana	0,39	446	109	Medio	0,75

C.Sensible: -81,1W

### 2.2.2. Càlcul de l'energia necessària per calefacció i ACS

En el següent apartat es calcula l'energia tèrmica requerida per subministrar aigua calenta sanitària durant l'any, així com l'energia tèrmica necessària per calefacció en els mesos d'hivern. Es descriuran aquests resultats i els seus respectius mètodes de càlcul.

El càlcul de l'energia necessària per calefacció per cada mes d'hivern es realitzarà seguint el mètode Graus-Dia (degrees - day method). Aquest mètode es basa en que la quantitat de calor necessària per mantenir una temperatura interior de confort depèn, bàsicament, de la diferència de temperatures interior i exterior.

La càrrega de calefacció mensual,  $L_{CAL}$ , Equació 2 per un edifici mantingut a 18°C es suposa proporcional al número de Graus-Dia durant el mes:

$$L_{CAL} = U \cdot A \cdot DD \cdot \Delta t$$

Equació 2

On:

$L_{CAL}$ , càrrega mensual de calefacció,  $J/mes$

$U \cdot A$ , producte coeficient global de pèrdues de l'edifici per l'àrea,  $W/°C$

$DD$ , nombre de graus - dia del mes

$\Delta t$ , nombre de segons en un mes

El nombre de Graus-Dia,  $DD$ , és la diferència entre 15°C i la temperatura mitja del dia calculada com a mitjana de les temperatures màxima i mínima del mateix dia. Si la temperatura mitja del dia és superior a 15°C,  $DD$  és 0.

Segons [1], proporciona els valors de  $DD$  per cada mes en diferents ciutats espanyoles. A la es poden observar els Graus-Dia a la ciutat de Lleida, segons la Taula 14.



Mes	Ge	Fe	Ma	Ab	Ma	Ju	Ju	Ag	Se	Oc	No	De	TOTAL
DD	300,3	204,4	156,8	74,5	14,3	0,2	0	0	2	41	174,2	302,4	1270,1

Taula 14-Graus dia en base 15 °C a la ciutat de Lleida.

El que interessarà en el càlcul serà conèixer prèviament el valor de  $U \cdot A$ , producte que acostuma a ser difícil d'obtenir, per després poder conèixer  $L_{CAL}$  de cada mes mitjançant els Graus-Dia, ja coneguts, on d'aquesta forma s'obté Equació 3.

$$U \cdot A = \frac{L_{CAL}}{DD \cdot \Delta t}$$

Equació 3

Es pot observar que per obtenir  $U \cdot A$  es necessitarà conèixer la demanda d'energia per calefacció,  $L_{CAL}$ , almenys per un mes. Això serà possible gràcies als resultats del càlcul previ de càrregues tèrmiques per calefacció amb el programa VpClima.



Ruben Ferrer Amorós  
Ruben Caballero Lopez



Aquest programa ens permet calcular la potència calorífica necessària de calefacció i disposar gràficament de la potència tèrmica per cada hora d'un dia per a tots els mesos de l'any, com es pot observar a la Figura 28.

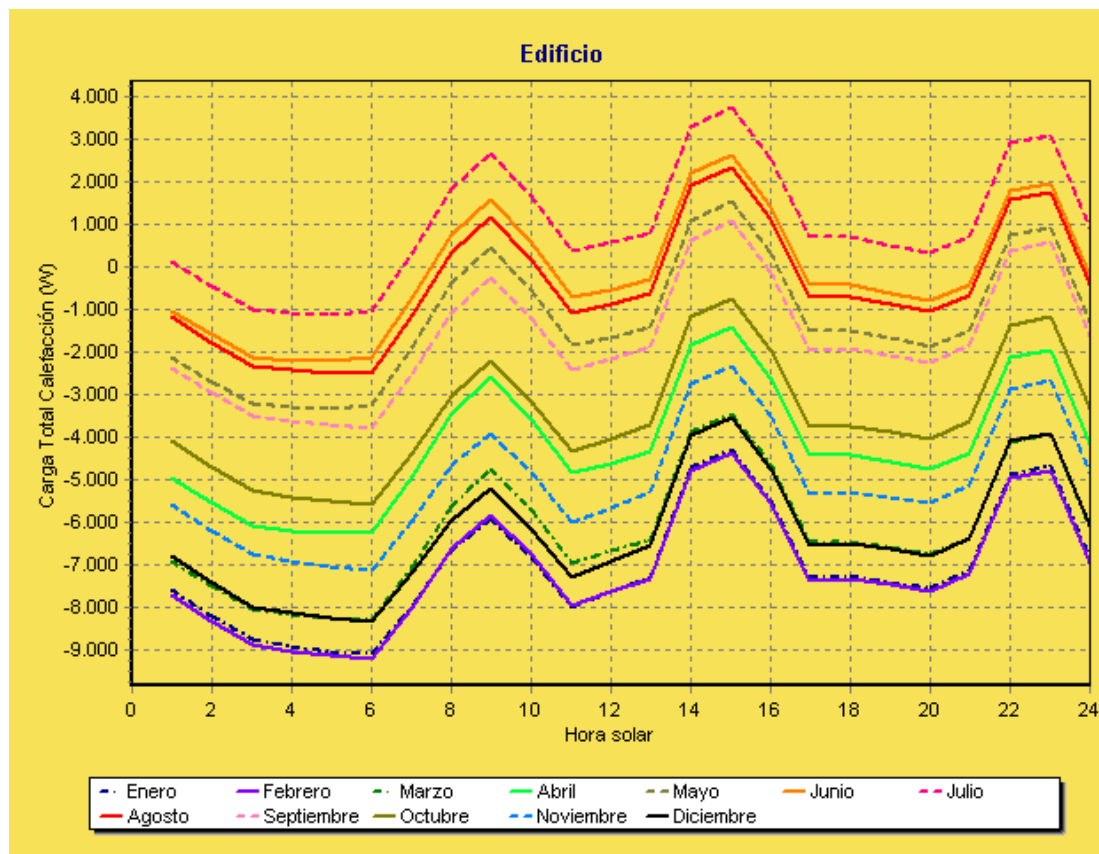


Figura 28-Gràfica potència – hora per mesos



A partir d'aquestes dades, i seguint el mètode Graus-Dia, és una mesura d'escalfament o refredament. Permet realitzar estimacions de consum d'energia tèrmica en proporció amb el rigor de l'hivern.

La suma dels Graus-Dia en una localitat també serveix permeten planificar els conreus de l'agricultura i el control i gestió de les plagues animals. La suma de Graus-Dia mensual o setmanal es fan servir per monitoritzar els costos de calefacció o refrigeració dels edificis. El total anual es pot usar per estimar els costos futurs.

En aquest cas es calcularà la necessitat d'energia per calefacció per cada mes de l'any. A la Figura 28 s'escull com a mes de referència el Febrer, i es calcula l'energia tèrmica total d'un dia sumant el resultat de multiplicar la potència en W de cada hora pel nombre de segons en una hora, obtenint resultats en Joules, com es pot veure a la Taula 15.



Hora	Q (W)	Q (MJ)
1	7729,2	27,83
2	8329,7	29,99
3	8891,8	32,01
4	9033,9	32,52
5	9133,9	32,88
6	9196,5	33,11
7	8002,1	28,81
8	6645,3	23,92
9	5827,7	20,98
10	6762,9	24,35
11	7950,6	28,62
12	7645,4	27,52
13	7318,0	26,34
14	4776,5	17,20
15	4354,8	15,68
16	5541,9	19,95
17	7367,8	26,52
18	7334,0	26,40
19	7474,1	26,91
20	7633,8	27,48
21	7219,7	25,99
22	4959,0	17,85
23	4772,0	17,18
24	6948,6	25,01
<b>Q TOTAL (MJ/dia)</b>		<b>615,06</b>

Taula 15-Energia de calefacció consumida durant un dia de gener

A partir del total obtingut d'energia tèrmica per un dia i de l'Equació 3, pel mes de febrer, el resultat del producte  $U \cdot A$  serà  $34,83 \text{ W}/^{\circ}\text{C}$ .

Degut a que  $U \cdot A$  és un valor constant al llarg de l'any, l'energia diària de cada mes,  $L_{\text{CAL}}$ , es pot calcular amb l'Equació 3, tenint en compte les unitats, obtenint  $\text{MJ}/\text{dia}$ , i per tant  $\text{MJ}/\text{mes}$  multiplicant pel nombre de dies de cada mes.

Els resultats es mostren a la Taula 16. Com es pot observar es consideraran nul·les les necessitats de calefacció dels mesos d'abril, maig, juny, juliol, agost, setembre, degut a que durant el mes de maig es farà el "canvi de temporada", en que la instal·lació solar per calefacció deixa de funcionar.

Mes	DD(°)	L <sub>CAL</sub> (MJ/Dia)	N <sub>dm</sub>	L <sub>CAL</sub> (MJ/mes)
Gener	300,3	903,63	31	28012,48
Febrer	204,4	615,06	28	17221,60
Març	156,8	471,82	31	14626,56
Abril	74,5	224,18	30	6725,31
Maig	14,3	43,03	31	1333,93
Juny	0,2	0,60	30	18,05
Juliol	0	0,00	31	0,00
Agost	0	0,00	31	0,00
Setembre	2	6,02	30	180,55
Octubre	41	123,37	31	3824,55
Novembre	174,2	524,18	30	15725,48
Desembre	302,4	909,95	31	28208,37
<b>TOTAL MJ/any</b>				<b>115877</b>

Taula 16-Resultats del càlcul de l'energia tèrmica de calefacció

### Energia necessària per ACS

El mètode de càlcul d'energia tèrmica per aigua calenta sanitària serà segons el procediment que ens mostra [1].

Segons [9] s'obliga als edificis de nova construcció o rehabilitats, a cobrir la demanda energètica per producció d'ACS amb una mínima aportació solar.

Aquest mínim d'energia solar que cal aportar al sistema, variarà en funció de les diferents zones climàtiques, la ciutat de Lleida pertany a la zona climàtica III, Figura 29.

La demanda mitja d'aigua calenta sanitària en  $\text{litres}/\text{dia}$ , segons tipus i finalitat de l'edifici, ve establerta també per l'exigència HE-4 del mateix document bàsic del CTE, a través de la Taula 18.

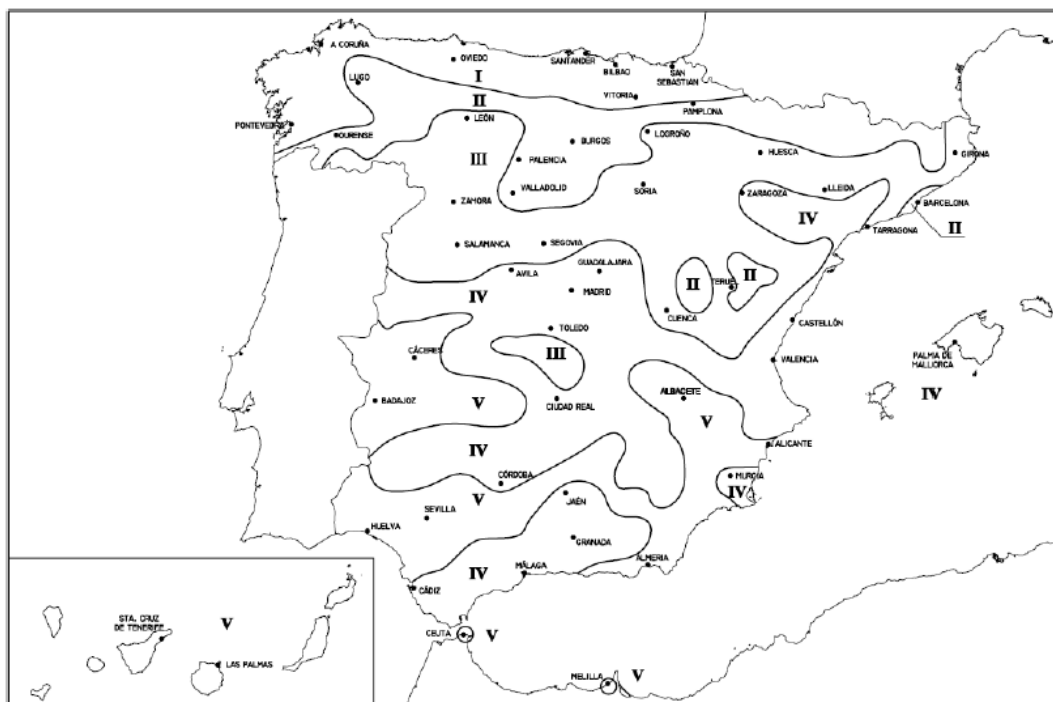


Figura 29- Zones Climàtiques segons CTE [10]

En aquest cas l'edifici és una vivenda unifamiliar, segons la Taula 18, es considerarà un consum mitjà de 30 litres per persona i dia segons [11], a una temperatura d'ACS de 60°C, segons [11]. Tenint en compte que el nombre d'habitants de la vivenda serà de 4 persones, segons la Taula 17, s'obté un consum mitjà diari de 120 litres.

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	7	más de 7
Número de Personas	1,5	3	4	6	7	8	9	Nº de dormitorios

Taula 17-Ocupació de persones segons el nº de dormitoris [11]





Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

Taula 18-Demanda d'aigua calenta sanitària [11]

El percentatge de contribució solar mínima en instal·lacions solars tèrmiques per ACS, segons la normativa establerta pel CTE, s'estableix a partir de la Taula 19.

Demanda total de ACS de l'edifici (l/dia)	Zones climàtiques (en funció de la irradiació global diària, mitjana anual)		
	II	III	IV
50 a 5.000 litres	40%	50%	60%
5.001 a 6.000 litres	40%	55%	65%
6.001 a 7.000 litres	40%	65%	70%
7.001 a 8.000 litres	45%	65%	70%
8.001 a 9.000 litres	55%	65%	70%
9.001 a 10.000 litres	55%	70%	70%
10.001 a 12.500 litres	65%	70%	70%
> 12.500 litres	70%	70%	70%

Taula 19-Contribució Solar mínima % [12]

S'observa que per una demanda total d'ACS de l'edifici de 120  $\text{litres}/\text{dia}$  caldrà cobrir, almenys, un 50% de la demanda a través de l'energia solar, però tot i això, amb la nostra instal·lació es pretén cobrir al complet totes les necessitats d'ACS en els dies en que les condicions solars i climàtiques siguin favorables.

Tot i així segons [13], que regula l'obligació d'instal·lar plaques solars per a la producció del 60% o més de la demanda d'ACS als edificis i construccions situats al terme municipal de Lleida.

La càrrega tèrmica mensual d'escalfament d'ACS, en Joules, es calcula segons l' Equació 4:

$$L_{ACS} = N_{lit-per} \cdot N_{hab} \cdot N_{dm} \cdot \rho_{H_2O} \cdot Cp_{H_2O} \cdot (T_{ACS} - T_{xarxa})$$

Equació 4

On:

$N_{lit-per}$ , número de litres per dia i persona.

$N_{dm}$ , número de dies de cada mes.

$N_{hab}$ , número habitants de la vivenda

$\rho_{H_2O}$ , densitat de l'aigua  $\frac{kg}{litre}$

$Cp_{H_2O}$ , calor específica de l'aigua  $4,186 \frac{kJ}{kg \cdot ^\circ C}$

$T_{ACS}$ , temperatura de l'aigua de subministrament  $60^\circ C$ .

$T_{xarxa}$ , temperatura de l'aigua de la xarxa de subministrament.

Les dades dels valors de  $T_{xarxa}$ , variant al llarg de l'any, per la ciutat de Lleida i s'obtenen a partir de les taules proporcionades segons [1], així com els resultats dels càlculs d'  $L_{ACS}$ , es mostren a la Taula 20 següent:

Mes	$Nd_m$	$T_{xarxa}$ (°C)	$L_{ACS}$ (MJ/mes)
Gener	31	5	856,5
Febrer	28	6	759,5
Març	31	8	809,7
Abril	30	10	753,5
Maig	31	11	763,0
Juny	30	12	723,3
Juliol	31	13	731,9
Agost	31	12	747,5
Setembre	30	11	738,4
Octubre	31	10	778,6
Novembre	30	8	783,6
Desembre	31	5	856,5
<b>TOTAL MJ/any</b>			<b>9302</b>

*Taula 20-Energia necessària per ACS*

Partint d'una demanda total de l'edifici de  $120 \frac{l}{dia}$ , caldrà cobrir com a mínim, un 50% de la demanda a través de l'energia solar, però tot i això, amb la nostra instal·lació es pretén cobrir al complet totes les necessitats d'ACS en els dies en que les condicions solars i climàtiques siguin favorables.

Tot i així segons [13] que regula l'obligació d'instal·lar plaques solars per a la producció del 60% o més de la demanda d'ACS als edificis i construccions situats al terme municipal de Lleida.

## Energia total de calefacció i ACS

Segons es mostra a la Taula 21 s'obtenen els resultats totals mensuals i anuals com a suma dels calculats anteriorment per calefacció i ACS. Com es pot observar, la demanda energètica anual total serà de 125179 MJ.

Mes	L <sub>CAL</sub> (MJ/mes)	L <sub>ACS</sub> (MJ/mes)	TOTAL (MJ/mes)
Gener	28012,5	856,5	28868,9
Febrer	17221,6	759,5	17981,1
Març	14626,6	809,7	15436,3
Abril	6725,3	753,5	7478,8
Maig	1333,9	763,0	2097,0
Juny	18,1	723,3	741,4
Juliol	0,0	731,9	731,9
Agost	0,0	747,5	747,5
Setembre	180,5	738,4	919,0
Octubre	3824,5	778,6	4603,1
Novembre	15725,5	783,6	16509,1
Desembre	28208,4	856,5	29064,8
<b>TOTAL MJ/any</b>			<b>125179</b>

Taula 21-Energia total de calefacció i ACS

Així també els resultats d'energia mensual per calefacció i ACS es representen gràficament a la Figura 30.

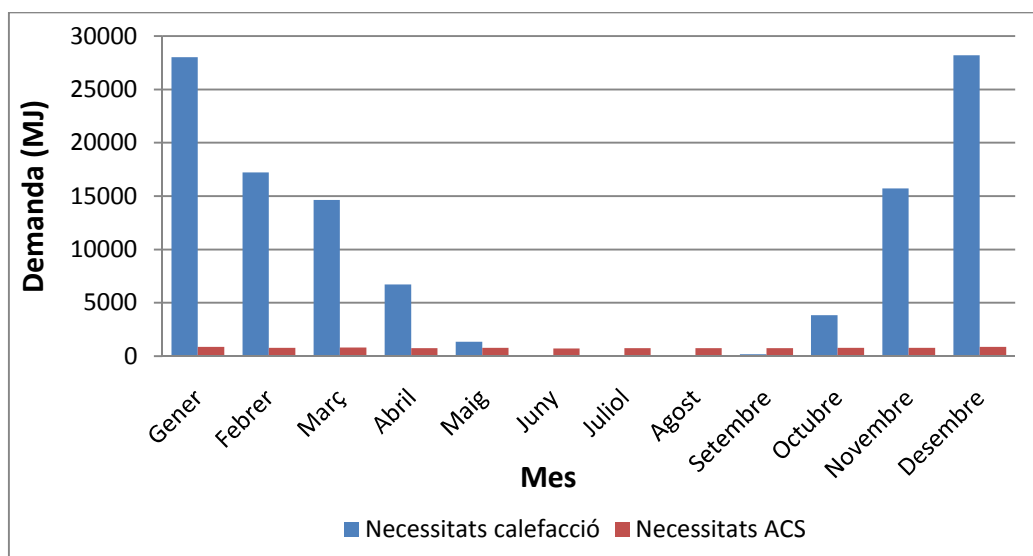


Figura 30-Demanda mensual de calefacció i ACS

### 3. Annex 2

#### 3.1. Càlcul de la instal·lació solar tèrmica

##### 3.1.1. Càlcul de l'energia solar incident

En aquest apartat de l'annex es calcula la radiació solar incident sobre una superfície inclinada i la irradiació.

Pel càlcul de l'angle d'incidència del raig solar per una superfície orientada arbitràriament, com es pot veure a la Figura 31, on es poden diferenciar diferents angles:

- ✓  $\alpha_s$ , altitud solar dona la posició del Sol.
- ✓  $\gamma_s$ , l'azimut solar.
- ✓  $\gamma_c$ , orientació de la superfície irradiada, mesurat des del meridià local cap a l'equador, essent positiu cap a l'est i negatiu cap a l'oest, i per la seva inclinació,  $\beta$ , mesurada respecte al pla horitzontal i expressada en graus.

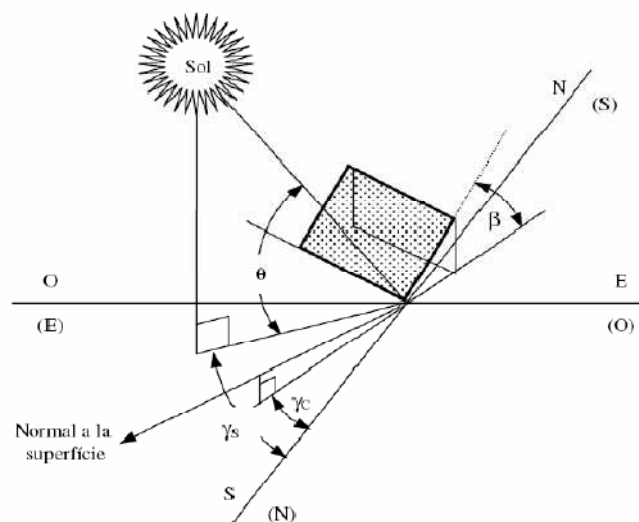


Figura 31-Angles relatius a superfícies inclinades



A continuació es detallen la relació de paràmetres i variables que intervindran en el càlcul:

- ✓ Latitud geogràfica ( $\phi$ ), del lloc d'estudi, expressada en graus ( $^{\circ}$ ). Dóna la posició del punt a la Terra, positiva al nord de l'Equador i negativa al sud. És constant en tots els càlculs, i pel present projecte, la latitud de la ciutat de Lleida és de  $41,62^{\circ}$  nord.
- ✓ Azimut ( $\gamma$ ), orientació de la superfície a irradiar respecte l'eix nord - sud de la Terra, en graus ( $^{\circ}$ ). El seu signe és positiu en sentit oest i negatiu en sentit est. És constant en els càlculs ja que depèn de la posició de l'habitatge i aquest no es pot moure. L'azimut  $\gamma$  de la superfície en qüestió (teulada de l'habitatge) és de  $0^{\circ}$  (s'orientarà cap al sud)
- ✓ Dia característic del mes ( $n$ ), es considera que rep la radiació mitjana del mateix. El seu valor per cada mes Taula 22 s'obté segons [1].

Mes	n	Data
Gener	17	17 Gener
Febrer	47	16 Febrer
Març	75	16 Març
Abril	105	15 Abril
Maig	135	15 Maig
Juny	162	11 Juny
Juliol	196	17 Juliol
Agost	228	16 Agost
Setembre	258	15 Setembre
Octubre	288	15 Octubre
Novembre	318	14 Novembre
Desembre	344	10 Desembre

Taula 22-Dia característic de cada mes

- ✓ Inclinació ( $\beta$ ), de la superfície sobre la que incideix la radiació respecte el pla horitzontal. Figura 32, expressada en graus ( $^{\circ}$ ). En l'habitatge d'aquest projecte la teulada on es situaran els captadors té una orientació nord – est, i una inclinació de  $25^{\circ}$ , que s'aprofitarà situant els captadors paral·lelament a la teulada esmentada, és a dir,  $\beta = 25^{\circ}$ .

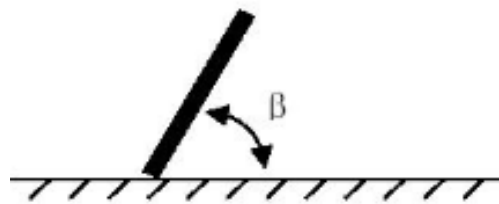


Figura 32-Orientació de la placa

- ✓ Declinació solar ( $\delta$ ), expressada en graus ( $^{\circ}$ ). Correspon a l'angle entre l'equador terrestre i el pla orbital marcat per la línia Sol-Terra, variant al llarg de l'any entre  $\pm 23,45^{\circ}$ , com es pot veure a la Figura 33.

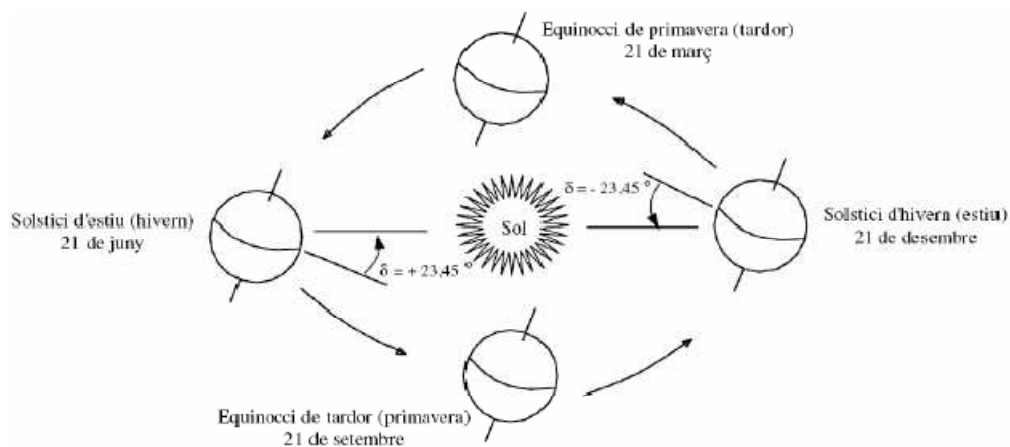


Figura 33-Declinacions



Aquest valor es calcula a partir de l'Equació 5.

$$\delta \cong 23,45^\circ \cdot \sin \left[ 360 \cdot \left( \frac{284 + n}{365} \right) \right]$$

Equació 5

Els resultats de la declinació solar s'obtenen a la Taula 23.

Mes	$\delta$ (rad)	$\delta$ (°)
Gener	-0,37	-20,92
Febrer	-0,23	-12,95
Març	-0,04	-2,42
Abril	0,16	9,41
Maig	0,33	18,79
Juny	0,40	23,09
Juliol	0,38	21,52
Agost	0,23	13,45
Setembre	0,04	2,22
Octubre	-0,17	-9,60
Novembre	-0,33	-18,91
Desembre	-0,40	-23,05

Taula 23-Declinació solar pels diferents mesos de l'any

- ✓ Radiació solar sobre una superfície horitzontal ( $\bar{H}$ ) ve donada per dades empíriques en  $\frac{MJ}{m^2 \cdot dia}$ , que s'obtenen a les taules segons [1] per la ciutat de Lleida. Dades que es mostren la Taula 24.





Mes	H (MJ/m <sup>2</sup> *dia)	H (MJ/m <sup>2</sup> )
Gener	6,078	188,42
Febrer	12,168	340,70
Març	15,592	483,35
Abril	19,226	576,78
Maig	21,954	680,57
Juny	24,262	727,86
Juliol	24,638	763,78
Agost	21,340	661,54
Setembre	16,740	502,20
Octubre	11,980	371,38
Novembre	6,302	189,06
Desembre	4,006	124,19
<b>TOTAL MJ/m<sup>2</sup></b>		<b>5609,83</b>

Taula 24-Radiació solar sobre una superfície horitzontal a Lleida

- ✓ A la ciutat de Lleida, pertanyent a la zona climàtica III, com s'ha pogut veure a la Figura 28 , per una superfície plana la radiació solar anual serà  $5609,83 \frac{MJ}{m^2}$ , que dividint per 365 dies l'any, tenim una radiació solar diària mitja de  $15,37 \frac{MJ}{m^2}$  entrant, per tant, en els paràmetres de la Taula 25, segons [14].

Zona climàtica	MJ/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>
I	$H < 13,7$	$H < 3,8$
II	$13,7 \leq H < 15,1$	$3,8 \leq H < 4,2$
III	$15,1 \leq H < 16,6$	$4,2 \leq H < 4,6$
IV	$16,6 \leq H < 18,0$	$4,6 \leq H < 5,0$
V	$H \geq 18,0$	$H \geq 5,0$

Taula 25-Radiació Solar Global [11]

- ✓ Índex de nuvolositat, ( $\bar{K}_T$ ), o coeficient de transmissió a l'atmosfera. És dimensional i ve donat també per dades empíriques. Els valors de  $\bar{K}_T$  varien cada mes, així segons [1], per la ciutat de Lleida prenen els valors de la Taula 26.



Mes	$K_T$ (MJ/m <sup>2</sup> *dia)
Gener	0,44
Febrer	0,62
Març	0,58
Abril	0,56
Maig	0,53
Juny	0,58
Juliol	0,61
Agost	0,59
Setembre	0,57
Octubre	0,54
Novembre	0,40
Desembre	0,32

Taula 26-Índex de nebulositat per cada mes

- ✓ Radiació solar sobre una superfície inclinada ( $\bar{H}_T$ ), un angle  $\beta$  respecte l'horitzontal i orientada un angle  $\gamma$  respecte el sud, en  $\text{MJ}/\text{m}^2\text{dia}$ . Segui quina sigui la seva orientació, es calcula segons la l'Equació 6.

$$\bar{H}_T = \bar{H} \cdot \bar{R}$$

Equació 6

- ✓ Quocient entre la mitjana mensual de radiació diària ( $\bar{R}$ ), sobre la superfície del captador i sobre una superfície horitzontal per cada mes i que es pot avaluar amb l'Equació 7, considerant separatament les components de radiació directa, difusa i reflectida del total de la radiació que arriba a la superfície terrestre.

$$\bar{R} = \left(1 - \frac{\bar{H}_d}{\bar{H}}\right) \cdot \bar{R}_b + \left[ \left(\frac{\bar{H}_d}{\bar{H}}\right) \cdot \left(\frac{1 + \cos \beta}{2}\right) + \rho \cdot \left(\frac{1 - \cos \beta}{2}\right) \right]$$

Equació 7



- ✓ Quocient entre la mitjana mensual de radiació directa ( $\bar{R}_b$ ), sobre una superfície inclinada i una superfície horitzontal per cada mes, amb l'Equació 8.

$$\bar{R}_b = \frac{\cos(\phi - \beta) \cdot \cos \delta \cdot \left(\frac{\pi}{180}\right) \cdot \omega_s \cdot \sin(\phi - \beta) \cdot \sin \delta}{\cos \phi \cdot \cos \delta \cdot \sin \omega_s + \left(\frac{\pi}{180}\right) \cdot \omega_s \cdot \sin \phi \cdot \sin \delta}$$

Equació 8

- ✓ Angle horari de posta de Sol, expressat en graus ( $^\circ$ ). Es calcula amb l'Equació 9 i a partir dels resultats per la ciutat de Lleida, latitud i declinacions ja conegudes, que es mostren a la Taula 27.

$$\omega_s = \arccos(1 - (\tan \phi \cdot \tan \delta))$$

Equació 9

Mes	$\omega_s$ ( $^\circ$ )
Gener	70,15
Febrer	78,21
Març	87,85
Abril	98,47
Maig	107,60
Juny	112,25
Juliol	110,50
Agost	102,27
Setembre	91,97
Octubre	81,36
Novembre	72,28
Desembre	67,79

Taula 27-Angles de posta de Sol



- ✓ Angle horari per una superfície inclinada ( $\omega'_s$ ), corresponent a la posta de Sol de l'Equació 10.

$$\omega'_s = \min[\omega_s, \arccos(-\tan(\phi - \beta) \cdot \tan \delta)]$$

Equació 10

- ✓ Radiació solar difusa ( $\bar{H}_d$ ),  $\text{MJ}/\text{m}^2 \cdot \text{dia}$ , aquest valor acostuma a ser difícil de calcular, ja que varia amb les condicions meteorològiques i és de caràcter irregular, per això l'obtidrem amb l'Equació 11.

$$\frac{\bar{H}_d}{\bar{H}} = 1,39 - 4,027 \cdot \bar{K}_T + 5,531 \cdot \bar{K}_T^2 - 3,108 \cdot \bar{K}_T^3$$

Equació 11

Aïllant  $\bar{H}_d$  s'obté la següent Equació 12, i els resultats tenint en compte l'índex de nuvolositat de cada mes, es poden apreciar a la Taula 28.

També es calcula  $\frac{\bar{H}_d}{\bar{H}}$ , necessari pel càlcul de  $\bar{R}$ , i per tant de la

radiació solar  $\bar{H}_T$ .

$$\bar{H}_d = \bar{H} \cdot (1,39 - 4,027 \cdot \bar{K}_T + 5,531 \cdot \bar{K}_T^2 - 3,108 \cdot \bar{K}_T^3)$$

Equació 12



Mes	$H_d$	$H_d / H$
Gener	2,58	0,42
Febrer	3,39	0,28
Març	4,81	0,31
Abril	6,22	0,32
Maig	7,61	0,35
Juny	7,49	0,31
Juliol	7,05	0,29
Agost	6,43	0,30
Setembre	5,29	0,32
Octubre	4,06	0,34
Novembre	2,93	0,47
Desembre	2,27	0,57

Taula 28-Radiació Solar difusa per diferents mesos de l'any

- ✓ Reflectància del sòl ( $\rho$ ), és adimensional, ens indica la capacitat de reflectir energia, el seu valor està comprès entre 0,2 i 0,7, i, a falta de dades, es considera  $\rho = 0,45$  com valor representatiu de la mitja aritmètica.
- ✓ Irradiació solar mitjana ( $I_s$ ), el seu valor s'obté a l'Equació 13 i fa incidència sobre la superfície objecte d'estudi, en  $W/m^2$ .

$$I_s = \frac{\bar{H}_T \cdot N_{dm}}{N_{hs}}$$

Equació 13

- ✓ Nombre de dies de cada mes ( $N_{dm}$ ), amb els corresponents valors de la Taula 29.

Mes	Nd <sub>m</sub>
Gener	31
Febrer	28
Març	31
Abril	30
Maig	31
Juny	30
Juliol	31
Agost	31
Setembre	30
Octubre	31
Novembre	30
Desembre	31

Taula 29- Nombre de dies de cada mes

- ✓ Nombre d'hores de Sol ( $N_{hs}$ ), de cada mes durant les quals la radiació solar incideix sobre una superfície. Aquest paràmetre s'obté a partir de dades meteorològiques, i concretament en aquest cas l'hem obtingut d'una estadística establerta segons [15] es pot observar, per cada mes, en la Taula 30.

Mes	N <sub>h sol</sub>
Gener	116
Febrer	167
Març	226
Abril	248
Maig	279
Juny	313
Juliol	348
Agost	313
Setembre	250
Octubre	200
Novembre	137
Desembre	96

Taula 30- Nombre d'hores de Sol de cada mes



La radiació i irradiació es calculen per les diferents inclinacions dels captadors,  $\beta$ , per tal d'observar-ne el resultat òptim per en la instal·lació d'aquest projecte, la inclinació que ens proporcioni més energia durant els mesos d'hivern, de màxima demanda de calor. Les inclinacions considerades són:  $10^\circ$ ,  $20^\circ$ ,  $27^\circ$  (inclinació de la teulada),  $30^\circ$ ,  $40^\circ$ ,  $50^\circ$ ,  $60^\circ$  i  $70^\circ$ . Així s'obtenen els valors de  $\omega_s$ ,  $\bar{R}_b$ ,  $\bar{R}$ ,  $\bar{H}_T$ ,  $\bar{I}_s$ . Els resultats es presenten de la Taula 31 fins la Taula 38 correlativament.

Mes	$\omega_s$ (rad)	$R_b$	R	$H_T$ (MJ / dia*m <sup>2</sup> )	$I_s$ (w / m <sup>2</sup> )	$H_T$ (MJ / m <sup>2</sup> )
Gener	70,15	1,42	1,24	7,54	559,40	233,60
Febrer	78,21	1,28	1,20	14,63	681,28	409,59
Març	87,85	1,16	1,11	17,34	660,64	537,49
Abril	98,47	1,07	1,05	20,13	676,29	603,79
Maig	107,60	1,01	1,01	22,09	681,91	684,91
Juny	112,25	0,98	0,99	24,01	639,27	720,33
Juliol	110,50	0,99	1,00	24,54	607,17	760,66
Agost	102,27	1,04	1,03	21,98	604,70	681,37
Setembre	91,97	1,12	1,08	18,14	604,66	544,20
Octubre	81,36	1,24	1,16	13,85	596,50	429,48
Novembre	72,28	1,38	1,20	7,57	460,22	226,98
Desembre	67,79	1,47	1,20	4,81	431,71	149,20

Taula 31-Resultats dels càlculs de Radiació i Irradiació per  $\beta=10^\circ$ 

Mes	$\omega_s$ (rad)	$R_b$	R	$H_T$ (MJ / dia*m <sup>2</sup> )	$I_s$ (w / m <sup>2</sup> )	$H_T$ (MJ / m <sup>2</sup> )
Gener	70,15	1,79	1,46	8,84	656,59	274,19
Febrer	78,21	1,52	1,38	16,78	781,43	469,80
Març	87,85	1,29	1,20	18,74	713,96	580,88
Abril	98,47	1,10	1,07	20,64	693,58	619,23
Maig	107,60	0,99	0,99	21,83	673,70	676,67
Juny	112,25	0,94	0,96	23,31	620,60	699,29
Juliol	110,50	0,95	0,97	23,97	593,05	742,97
Agost	102,27	1,05	1,04	22,20	610,62	688,05
Setembre	91,97	1,21	1,15	19,18	639,45	575,50
Octubre	81,36	1,43	1,29	15,45	665,24	478,98
Novembre	72,28	1,71	1,38	8,69	528,45	260,63
Desembre	67,79	1,89	1,38	5,54	496,50	171,59

Taula 32-Resultats dels càlculs de Radiació i Irradiació per  $\beta=20^\circ$



Ruben Ferrer Amorós  
Ruben Caballero Lopez



Mes	$\omega_s$ (rad)	$R_b$	R	$H_T$ (MJ / dia* $m^2$ )	$I_s$ (w / $m^2$ )	$H_T$ (MJ / $m^2$ )
Gener	70,15	2,02	1,59	9,65	716,49	299,21
Febrer	78,21	1,66	1,48	18,06	841,31	505,79
Març	87,85	1,35	1,25	19,49	742,53	604,12
Abril	98,47	1,11	1,08	20,76	697,68	622,89
Maig	107,60	0,95	0,97	21,40	660,63	663,54
Juny	112,25	0,89	0,93	22,56	600,69	676,86
Juliol	110,50	0,91	0,95	23,30	576,46	722,19
Agost	102,27	1,04	1,04	22,09	607,71	684,77
Setembre	91,97	1,25	1,18	19,68	656,15	590,53
Octubre	81,36	1,55	1,37	16,38	705,13	507,69
Novembre	72,28	1,91	1,49	9,37	569,94	281,10
Desembre	67,79	2,15	1,49	5,98	536,29	185,34

Taula 33-Resultats dels càlculs de Radiació i Irradiació per  $\beta=27^\circ$ 

Mes	$\omega_s$ (rad)	$R_b$	R	$H_T$ (MJ / dia* $m^2$ )	$I_s$ (w / $m^2$ )	$H_T$ (MJ / $m^2$ )
Gener	70,15	2,11	1,64	9,97	739,84	308,96
Febrer	78,21	1,71	1,52	18,55	864,12	519,51
Març	87,85	1,37	1,27	19,75	752,43	612,18
Abril	98,47	1,11	1,08	20,75	697,40	622,64
Maig	107,60	0,93	0,96	21,16	653,23	656,10
Juny	112,25	0,86	0,91	22,18	590,52	665,40
Juliol	110,50	0,89	0,93	22,94	567,73	711,25
Agost	102,27	1,03	1,03	21,98	604,69	681,37
Setembre	91,97	1,26	1,19	19,84	661,30	595,17
Octubre	81,36	1,59	1,40	16,72	719,96	518,37
Novembre	72,28	1,99	1,53	9,63	585,96	288,99
Desembre	67,79	2,25	1,54	6,15	551,76	190,69

Taula 34-Resultats dels càlculs de Radiació i Irradiació per  $\beta=30^\circ$





Ruben Ferrer Amorós  
Ruben Caballero Lopez



Mes	$\omega_s$ (rad)	$R_b$	R	$H_T$ (MJ / dia*m <sup>2</sup> )	$I_s$ (w / m <sup>2</sup> )	$H_T$ (MJ / m <sup>2</sup> )
Gener	70,15	2,36	1,79	10,87	806,59	336,83
Febrer	78,21	1,85	1,64	19,90	926,81	557,20
Març	87,85	1,42	1,30	20,34	774,89	630,45
Abril	98,47	1,07	1,06	20,46	687,61	613,90
Maig	107,60	0,85	0,92	20,12	621,11	623,84
Juny	112,25	0,76	0,85	20,66	549,94	619,68
Juliol	110,50	0,79	0,87	21,50	531,98	666,46
Agost	102,27	0,98	1,00	21,34	587,09	661,53
Setembre	91,97	1,27	1,20	20,09	669,55	602,59
Octubre	81,36	1,69	1,47	17,63	758,98	546,47
Novembre	72,28	2,21	1,65	10,37	630,99	311,20
Desembre	67,79	2,55	1,66	6,64	595,80	205,91

Taula 35-Resultats dels càlculs de Radiació i Irradiació per  $\beta=40^\circ$ 

Mes	$\omega_s$ (rad)	$R_b$	R	$H_T$ (MJ / dia*m <sup>2</sup> )	$I_s$ (w / m <sup>2</sup> )	$H_T$ (MJ / m <sup>2</sup> )
Gener	70,15	2,55	1,89	11,52	854,83	356,98
Febrer	78,21	1,94	1,71	20,78	967,62	581,74
Març	87,85	1,42	1,31	20,49	780,65	635,13
Abril	98,47	1,01	1,03	19,78	664,53	593,29
Maig	107,60	0,75	0,85	18,74	578,31	580,86
Juny	112,25	0,64	0,77	18,78	500,10	563,51
Juliol	110,50	0,68	0,80	19,68	486,88	609,96
Agost	102,27	0,89	0,95	20,29	558,34	629,14
Setembre	91,97	1,24	1,19	19,92	663,95	597,55
Octubre	81,36	1,75	1,51	18,14	781,13	562,41
Novembre	72,28	2,37	1,73	10,89	662,18	326,59
Desembre	67,79	2,77	1,75	6,99	627,29	216,79

Taula 36-Resultats dels càlculs de Radiació i Irradiació per  $\beta=50^\circ$



Ruben Ferrer Amorós  
Ruben Caballero Lopez



Mes	$\omega_s$ (rad)	$R_b$	R	$H_T$ (MJ / dia*m <sup>2</sup> )	$I_s$ (w / m <sup>2</sup> )	$H_T$ (MJ / m <sup>2</sup> )
Gener	70,15	2,65	1,96	11,90	883,08	368,77
Febrer	78,21	1,96	1,74	21,16	985,31	592,37
Març	87,85	1,38	1,30	20,20	769,53	626,09
Abril	98,47	0,91	0,97	18,71	628,85	561,43
Maig	107,60	0,62	0,78	17,05	526,15	528,47
Juny	112,25	0,49	0,69	16,62	442,50	498,61
Juliol	110,50	0,54	0,71	17,53	433,81	543,48
Agost	102,27	0,78	0,88	18,88	519,34	585,19
Setembre	91,97	1,18	1,16	19,34	644,67	580,20
Octubre	81,36	1,75	1,52	18,25	785,72	565,72
Novembre	72,28	2,45	1,77	11,16	678,58	334,68
Desembre	67,79	2,90	1,80	7,19	645,25	223,00

Taula 37-Resultats dels càlculs de Radiació i Irradiació per  $\beta=60^\circ$ 

Mes	$\omega_s$ (rad)	$R_b$	R	$H_T$ (MJ / dia*m <sup>2</sup> )	$I_s$ (w / m <sup>2</sup> )	$H_T$ (MJ / m <sup>2</sup> )
Gener	70,15	2,68	1,97	12,00	890,50	371,87
Febrer	78,21	1,93	1,73	21,03	979,33	588,77
Març	87,85	1,29	1,25	19,47	741,88	603,60
Abril	98,47	0,79	0,90	17,31	581,65	519,30
Maig	107,60	0,47	0,69	15,10	466,20	468,25
Juny	112,25	0,33	0,59	14,23	378,91	426,95
Juliol	110,50	0,38	0,61	15,13	374,37	469,01
Agost	102,27	0,65	0,80	17,13	471,25	531,00
Setembre	91,97	1,08	1,10	18,37	612,29	551,06
Octubre	81,36	1,70	1,50	17,94	772,61	556,28
Novembre	72,28	2,46	1,77	11,17	679,69	335,22
Desembre	67,79	2,95	1,81	7,24	649,16	224,35

Taula 38-Resultats dels càlculs de Radiació i Irradiació per  $\beta=70^\circ$ 

Els resultats de radiació total anual i a l' hivern s'obtenen a la Taula 39. Pel que fa a la representació gràfica de la radiació i irradiació es mostren a la Figura 34 i Figura 35 de forma que es pot observar entre quins valors d'inclinació es troben els màxims.



Ruben Ferrer Amorós  
Ruben Caballero Lopez



Inclinació	$H_{\text{Total}} \text{ (MJ / m}^2\text{)}$	$H_{\text{total Hivern}} \text{ (MJ / m}^2\text{)}$
10 °	5981,59	1986,34
20 °	6237,78	2236,07
27 °	6344,03	2383,25
30 °	6370,61	2438,69
40 °	6376,06	2588,06
50 °	6253,95	2679,63
60 °	6008,00	2710,62
70 °	5645,68	2680,10

Taula 39-Valors totals i a l'hivern de radiació

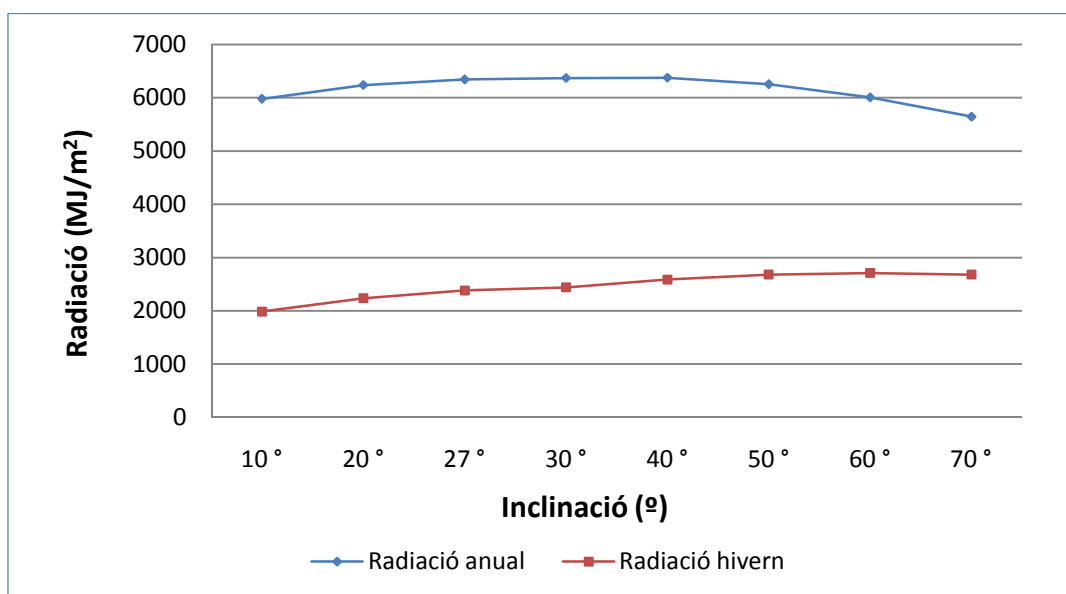


Figura 34-Variació de la radiació anual i a l'hivern en funció de la inclinació



Ruben Ferrer Amorós  
Ruben Caballero Lopez

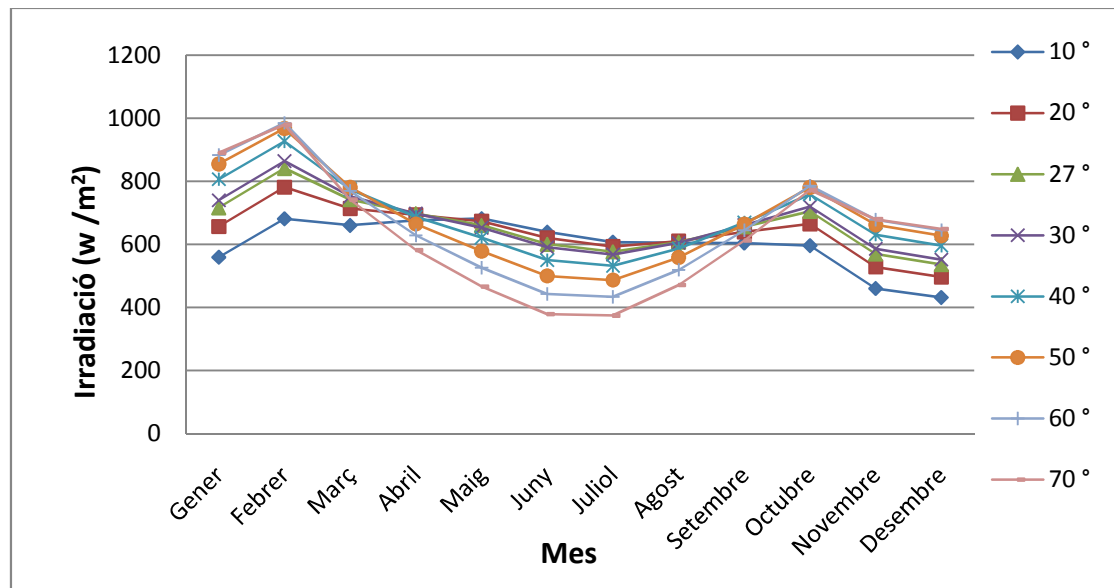


Figura 35-variació de la irradiació per diferents inclinacions

S'observa que la màxima radiació anual es troba entre inclinacions de 35 °C i 45 °C, com era d'esperar, doncs a 0° sud d'azimut són les inclinacions òptimes.

La màxima radiació als mesos d'hivern, en que tindrem més demanda d'energia degut a l'ús de calefacció, és la es troba entre 50 °C i 60 °C. D'aquí es pot deduir que l'òptima inclinació en que s'haurien de projectar els col·lectors solars seria al voltant de 45 °C.

Tot i això, es situaran amb una inclinació de  $\beta = 27^\circ$ , aprofitant la pendent de la teulada per raons d'integració arquitectònica, degut a que la teulada orientada al Sud – Est on es col·locaran els captadors.

D'aquesta manera s'estalvia un muntatge més complex. La quantitat de radiació solar útil que es perd, amb la diferència de la inclinació òptima a la inclinació triada, es compensa econòmicament amb l'estalvi de les estructures de muntatge per a files de col·lectors, ja que en la disposició que es proposa, el muntatge és més senzill i barat, podent utilitzar els accessoris de fixació que ofereixen els fabricants i distribuïdors.



### 3.1.2. Justificació de l'orientació i la inclinació dels captadors solars

Segons les recomanacions de l' ITE 10.1 del RITE, i segons [14], l'orientació òptima dels col·lectors serà en direcció al Sud geogràfic, admetent desviacions màximes de fins a  $25^\circ$ . Per tant, en aquest respecte la instal·lació que es pretén en aquest projecte seria correcta, ja que s'orienta al sud – est.

L'angle d'inclinació òptim,  $\beta$ , es determinarà en funció de la latitud geogràfica, en aquest cas  $\phi = 41,62^\circ$  i del període d'utilització de la instal·lació, essent els valors òptims els que es mostren a la Taula 40. Per tant, una inclinació de  $27^\circ$  a Lleida, on  $\phi = 41,62^\circ$ , no estaria dins de les recomanacions del ITE i del HE.

Període d'utilització	Inclinació dels col·lectors ( $\beta$ )
Anual, amb consum constant	$(\phi^\circ)$
Preferentment a l'hivern	$(\phi+10)^\circ$
Preferentment a l'estiu	$(\phi-10)^\circ$

Taula 40-Inclinació dels col·lectors [2]

Per altra banda, es pot justificar  $\beta = 27^\circ$ , per motius d'integració arquitectònica, sempre que les pèrdues energètiques no superin el 40%, segons la Taula 41, extreta del HE-4 del document bàsic d'estalvi d'energia del CTE.

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10 %	10 %	15 %
Superposición	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %

Taula 41-Pèrdues límit [2]

El càlcul de pèrdues per orientació i inclinació, es farà segons la Figura 36, també del mateix document bàsic.

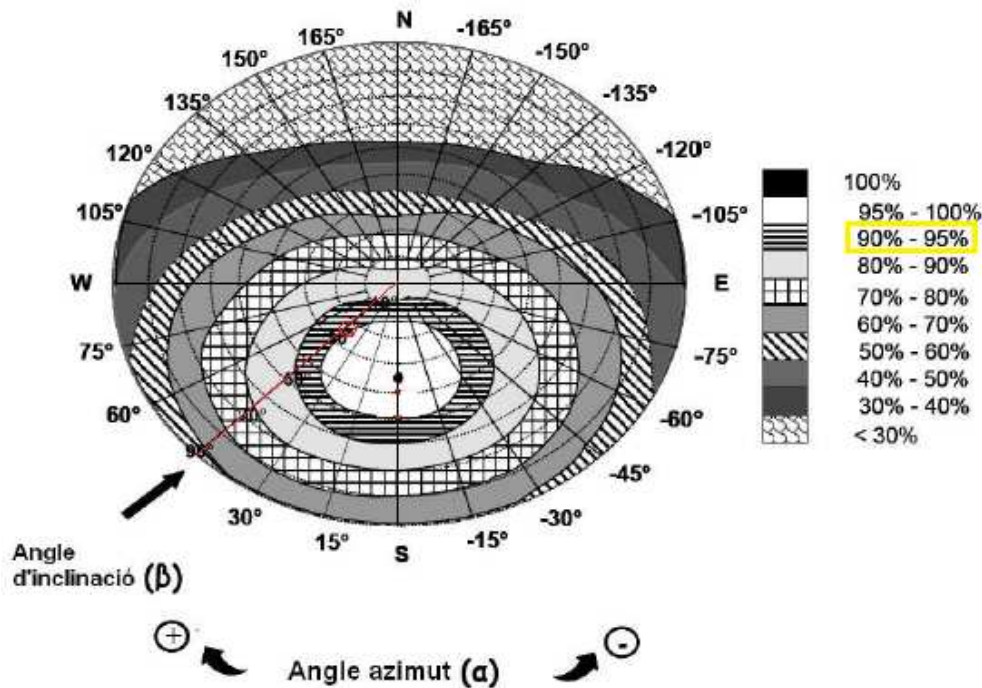


Figura 36-Percentatge d'energia respecte al màxim com a conseqüència de les pèrdues per orientació i inclinació

Degut a que tenim una orientació sud – est , per tant un angle d'azimut de 45 °C i un  $\beta = 27$  °C, el punt d'unió es troba en la regió on el percentatge d'energia respecte al màxim és d' entre 90 i 95%, per tant, s'obtenen unes pèrdues màximes del 10%, inferiors al 40% màxim establert.

En conclusió, la inclinació escollida és possible.

Per tal de verificar aquestes dades també es pot calcular les pèrdues segons l' Equació 14:

$$Perdues(\%) = 100 \cdot \left[ 1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (\beta - \beta_{\text{òptim}})^2 + 3,5 \cdot 10^{-5} \cdot \alpha^2 \right] \quad , \text{ per } 15^\circ < \beta < 90^\circ$$

Equació 14

On:

$$\beta_{\text{optim}} = \text{latitud}(\phi) = 41,62^\circ$$

$$\beta = 27^\circ$$

$$\alpha = \text{azimut} = 45^\circ$$

Obtenint així unes pèrdues de 9,65%

### 3.1.3. Selecció del fluid caloportador

El CTE especifica que el fluid caloportador pel·l circuit primari pot ser d'aigua de la xarxa, desmineralitzada i desmineralitzada amb additius.

Segons [11], el fluid de treball haurà de tenir un pH a 20 °C d'entre 5 i 9, i un contingut en sals que haurà de complir que la salinitat de l'aigua no sobrepassi de 500  $\text{mg/l}$  de sals solubles.

A més, segons [11] el contingut en sals de calci no excedirà els 200  $\text{mg/l}$  en contingut de carbonat càlcic, i el límit de  $\text{CO}_2$  lliure contingut en l'aigua no excedirà els 50  $\text{mg/l}$ .

Així també, totes les parts exteriors del sistema hauran de poder suportar la temperatura mínima especificada sense risc de patir danys permanents en el sistema, i les parts interiors que puguin patir baixades de temperatura per sota dels 0°C, hauran d'estar protegides contra gelades.

La instal·lació estarà protegida amb un producte químic no tòxic amb calor específic superior a 3  $\text{kJ/kg} \cdot \text{K}$  a 5°C menys de la temperatura mínima històrica, amb objecte de no produir danys en el circuit primari per gelades.

En aquest projecte el fluid caloportador serà una mescla d'aigua desmineralitzada amb un cert percentatge d'anticongelant, substància que

afegida a l'aigua baixa el seu punt de congelació. Els anticongelants més utilitzats són l'etilenglicol i el propilenglicol.

Per motius de menor impacte ambiental, així com pel comportament més estable en barreges de propilenglicol i aigua, s'escull el propilenglicol davant l'etilenglicol.

Per determinar el percentatge en pes de propilenglicol en el fluid caloportador, pel circuit primari de la instal·lació, caldrà establir fins quina temperatura cal, que la barreja no congeli.

Segons dades del Servei Meteorològic de Catalunya, la temperatura mínima de Lleida en els últims anys és de  $-11^{\circ}\text{C}$ , l'any 2001, segons [4], s'obtenen les taules on es poden apreciar a l'apartat de taules i diagrames de l'annex.

Si a  $-11^{\circ}\text{C}$  es resten els  $5^{\circ}\text{C}$  de seguretat, que dicta el document HE-4 d'estalvi d'energia del CTE, la temperatura mínima que haurà de suportar la instal·lació serà  $-16^{\circ}\text{C}$ .

A partir de la Taula 42 de propietats de les barreges d'aigua propilenglicol, extretes de [2].

BARREJA PROPILENGLICOL - AIGUA	
Punt de fusió ( $^{\circ}\text{C}$ )	-16,4
% en massa de propilenglicol	35
% en volum de propilenglicol	34,4
Densitat ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	1009
Calor específic ( $\text{kJ}/\text{kg } ^{\circ}\text{K}$ )	3,9
Viscositat dinàmica ( $\text{m Pa s}$ )	1,15
temperatura d'ebullició a 100 kPa ( $^{\circ}\text{C}$ )	102,8
Conductivitat tèrmica ( $\text{W}/\text{mK}$ )	0,5

*Taula 42-Proietats del fluid caloportador del circuit primari*

Segons la Figura 37, es pot establir la relació entre la fracció de propilenglicol que pugui contenir el fluid caloportador i el seu punt de congelació.



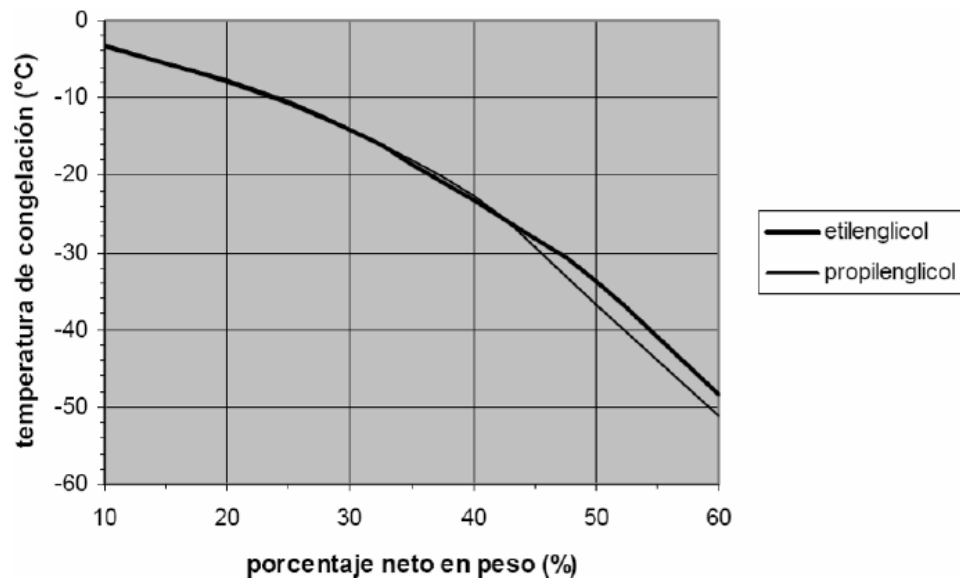


Figura 37-Punt de congelació en funció del percentatge d'anticongelant [3]

### 3.1.4. Cabal del circuit primari

En càlculs posteriors es necessitarà el cabal màssic que circula per cada metre quadrat de superfície de captació. Segons la ITE 10.1 del RITE, dona els següents paràmetres per triar el cabal volumètric que circuli pels col·lectors solars:

El cabal volumètric del fluid caloportador es determinarà en funció de la superfície total de col·lectors instal·lats

El seu valor estarà comprès entre 1,2 i 1,6  $\frac{L}{s}$  per cada 100 m<sup>2</sup> d'àrea de col·lectors. Es tria, doncs, un valor entremig que equivaldrà a un cabal de 1,4  $\frac{L}{s}$  per 100 m<sup>2</sup> de captació, que equival a 0,014  $\frac{L}{s} \cdot m^2$



A partir de la densitat del fluid caloportador s'obté el cabal màssic a l'Equació 15.

$$G_{fluid} = G_{vol.fluid} \cdot \rho_f$$

Equació 15

On:

$G_{fluid}$  , cabal màssic del fluid caloportador del circuit primari,  $\frac{kg}{s} \cdot m^2$

$G_{vol.fluid}$  , cabal volumètric del circuit primari.

$\rho_f$  , densitat del fluid caloportador,  $1009 \frac{kg}{m^3}$

Així s'obté un cabal màssic de fluid caloportador en el circuit primari per unitat de superfície de  $0,014126 \frac{kg}{s} \cdot m$

### 3.1.5. Selecció del captador solar

Per tal de seleccionar el model de captador que millor convingui a cada instal·lació, sobretot cal fixar-se en els paràmetres tècnics i econòmics que ofereix, és a dir, rendiment tèrmic i cost.

Per calcular el rendiment tèrmic, segons [1], s'utilitza l'Equació 16.

$$\eta = \frac{Q_{util}}{I_s \cdot A_c}$$

Equació 16

On:

$\eta$  , rendiment del captador solar.

$Q_{util}$  , potència tèrmica que el col·lector transmet al fluid caloportador, W.

$I_s$  , irradiació solar mitjana sobre el col·lector, calculada a la Taula 43,  $\frac{W}{m^2}$

$A_c$  , àrea o superfície útil de captació del col·lector,  $m^2$ .



La variable que decidirà el model de captador que s'utilitzarà en la instal·lació, serà el rati  $R$ ,  $\text{cost}/\text{potència}$  útil, amb l'Equació 17.

$$R = \frac{p_c}{Q_{util}} = \frac{p_c}{\eta \cdot I_s \cdot A_c}$$

Equació 17

On:

$R$ , rati  $\text{cost}/\text{potència}$ , útil en  $\text{€}/W$

$Q_{util}$ , cost unitari del col·lector,  $\text{€}$ .

Així doncs, el col·lector que millor convindrà a la instal·lació serà aquell de rati  $\text{cost}/\text{potència}$  més baix, és a dir, que a menor cost proporcioni més potència.

Per conèixer la calor útil que proporciona cada col·lector, caldrà prèviament conèixer el rendiment, a partir de la norma [16], que relaciona el rendiment del col·lector amb l'Equació 18, de paràmetres variants i característics per cada model i que cada fabricant obté a partir de bancs d'assaig.

$$\eta = a - b \cdot \left( \frac{T_e - T_a}{I_s} \right)$$

Equació 18

On:

$a$ , factor de guany, adimensional.

$b$ , coeficient global de pèrdues,  $W/m^2 \cdot ^\circ C$

$T_e$ , temperatura d'entrada del fluid caloportador, en  $^\circ C$ . S'estima una temperatura d'entrada de  $55^\circ C$ .

$T_a$ , temperatura ambient mitjana mensual, durant les hores de Sol, en  $^\circ C$ . A la ciutat de Lleida,  $T_a$  pren els valors a la Taula 43, segons [4].



Els factors adimensionals  $a$  i  $b$  els podem relacionar amb els factors  $a = F_R \cdot (\tau \cdot \alpha)$  i  $b = -F_R \cdot U_L$ , proporcionades pel fabricant, segons [4].

Mes	$I_s (w / m^2)$	$T_a (^\circ C)$
Gener	716,49	7
Febrer	841,31	10
Març	742,53	14
Abril	697,68	15
Maig	660,63	21
Juny	600,69	24
Juliol	576,46	27
Agost	607,71	27
Setembre	656,15	23
Octubre	705,13	18
Novembre	569,94	11
Desembre	536,29	8

Taula 43-Factors d'intervenció en el rendiment del captador

Sovint, la recta de rendiment del captador es presenta en funció de la diferència entre la temperatura mitjana de la placa,  $T_m$ , i la temperatura ambient,  $T_a$ , com es mostra a l'Equació 19.

$$\eta = a' - b' \left( \frac{T_m - T_a}{I_s} \right)$$

Equació 19

En aquests, si es coneix el cabal del fluid circulant pel captador, es pot obtenir un coeficient de correcció  $K$  a partir de l'Equació 20, per tal d'obtenir la corba de rendiment en funció de  $T_e - T_a$ .

$$K = \frac{G_{fluid} \cdot C_{pf}}{G_{fluid} \cdot C_{pf} - \left( \frac{pendent}{2} \right)}$$

Equació 20

On:

$K$  , coeficient de correcció.

$C_{pf}$  , calor específic del fluid caloportador,  $J/kg \cdot ^\circ C$

D'aquesta forma s'obtenen els nou paràmetres de la corba de rendiment  
Equació 21 i Equació 22:

$$(F_R \cdot (\tau \cdot \alpha))_{corregit} = K \cdot (F_R \cdot (\tau \cdot \alpha))$$

Equació 21

$$(F_R \cdot U_L)_{corregit} = K \cdot (F_R \cdot U_L)$$

Equació 22

Tal i com es mostra a la Taula 45 s'obtenen:

- ✓ Diferents models de captador solar, dels que, a partir del catàleg del fabricant i del distribuïdor s'obté:
  - ✓ Equació respectiva de la corba de rendiment.
  - ✓ L'àrea de captació.
  - ✓ Cost del captador.
- ✓ Rectes de rendiment dels col·lectors que cal corregir, amb el corresponent valor de  $K$ .

Una vegada coneguts els paràmetres necessaris, a la Taula 45 es mostren els valors del rendiment i del rati  $\frac{\text{cost}}{\text{potència}}$  per als models de col·lectors solars escollits.

Aquestes dades són representades gràficament a les Figura 38 i Figura 39 respectivament, on es poden observar les seves diferències i treure conclusions.



El col·lector escollit és el Takama T2-Inox, ja que els dos aspectes més importants per realitzar la seva elecció seran el rendiment i el rati cost potència. El model que més s'adapta a aquestes necessitats de la instal·lació és el Takama T2-Inox, tant per tenir un millor rendiment al llarg de l'any respecte als altres models i marques així com també per la relació en el rati  $\frac{\text{cost}}{\text{potència}}$  útil, ja que és el tipus de col·lector que presenta un rati més baix al llarg de l'any. Les característiques i dades tècniques dels diferents models es mostren a la Taula 44.

Col·lector	Equació de rendiment	$A_c (m^2)$	Cost (€)	$\eta$ en funció de $T_m$	K	$\eta$ en funció de $T_m$
Stiebel Eltron Sol 25 plus	$\eta = 0,69 - 4,5 \cdot \left( \frac{T_e - T_a}{I_s} \right)$	2,50	846			
Roca PS		1,78	513	$\eta = 0,796 - 3,913 \cdot \left( \frac{T_m - T_a}{I_s} \right)$	1,03	$\eta = 0,801 - 3,913 \cdot \left( \frac{T_e - T_a}{I_s} \right)$
Isofoton Isonox II	$\eta = 0,76 - 4,5 \cdot \left( \frac{T_e - T_a}{I_s} \right)$	1,90	487			
Escosol 2500		2,31	684	$\eta = 0,7 - 5,3 \cdot \left( \frac{T_m - T_a}{I_s} \right)$	1,05	$\eta = 0,732 - 5,339 \cdot \left( \frac{T_e - T_a}{I_s} \right)$
Takama T2-INOX		2,59	771	$\eta = 0,9021 - 4,577 \cdot \left( \frac{T_e - T_a}{I_s} \right)$	1,04	$\eta = 0,938 - 4,76 \cdot \left( \frac{T_e - T_a}{I_s} \right)$
Solahart. Mod "M"	$\eta = 0,73 - 4,9 \cdot \left( \frac{T_e - T_a}{I_s} \right)$	1,80	524			
Solahart. Mod "B"	$\eta = 0,78 - 3,6 \cdot \left( \frac{T_e - T_a}{I_s} \right)$	1,87	558			
Saunier Duval S 8 VE		2,00	655	$\eta = 0,792 - 4,731 \cdot \left( \frac{T_m - T_a}{I_s} \right)$	1,04	$\eta = 0,797 - 4,744 \cdot \left( \frac{T_e - T_a}{I_s} \right)$
Termicaol T 130 S	$\eta = 0,67 - 4,2 \cdot \left( \frac{T_e - T_a}{I_s} \right)$	2,60	627			

Taula 44- Característiques dels col·lectors solars plans



Ruben Ferrer Amorós  
Ruben Caballero Lopez

Mes	Stiebel Eltron Sol 25 plus		Roca PS		Isofoton Isonox II		Escosol 2500 Selectivo		Takama T2- INOX		Solahart. Mod "M"		Solahart. Mod "B"		Saunier Duval S 8 VE		Termicaol T 130 S	
	η (%)	R (€/w)	η (%)	R (€/w)	η (%)	R (€/w)	η (%)	R (€/w)	η (%)	R (€/w)	η (%)	R (€/w)	η (%)	R (€/w)	η (%)	R (€/w)	η (%)	R (€/w)
Gener	38,9%	1,22	53,7%	0,75	45,9%	0,78	33,8%	1,22	61,9%	0,67	40,2%	1,01	53,9%	0,77	47,9%	0,95	38,9%	0,87
Febrer	44,9%	0,90	59,0%	0,58	51,9%	0,59	40,7%	0,86	68,3%	0,52	46,8%	0,74	58,7%	0,60	54,3%	0,72	44,5%	0,64
Març	44,2%	1,03	58,4%	0,67	51,2%	0,67	39,8%	1,00	67,5%	0,59	45,9%	0,85	58,1%	0,69	53,5%	0,82	43,8%	0,74
Abril	43,2%	1,12	57,5%	0,72	50,2%	0,73	38,8%	1,09	66,5%	0,64	44,9%	0,93	57,4%	0,75	52,5%	0,89	42,9%	0,81
Maig	45,8%	1,12	59,8%	0,73	52,8%	0,73	41,8%	1,07	69,3%	0,65	47,8%	0,92	59,5%	0,76	55,3%	0,90	45,4%	0,80
Juny	45,8%	1,23	59,8%	0,80	52,8%	0,81	41,7%	1,18	69,2%	0,72	47,7%	1,02	59,4%	0,84	55,2%	0,99	45,3%	0,89
Juliol	47,1%	1,25	61,0%	0,82	54,1%	0,82	43,2%	1,19	70,7%	0,73	49,2%	1,03	60,5%	0,86	56,7%	1,00	46,6%	0,90
Agost	48,3%	1,15	62,0%	0,77	55,3%	0,76	44,5%	1,09	71,9%	0,68	50,4%	0,95	61,4%	0,80	57,8%	0,93	47,6%	0,83
Setembre	47,1%	1,10	60,9%	0,72	54,1%	0,72	43,1%	1,05	70,6%	0,64	49,1%	0,90	60,4%	0,75	56,6%	0,88	46,5%	0,79
Octubre	45,4%	1,06	59,4%	0,69	52,4%	0,69	41,2%	1,02	68,8%	0,61	47,3%	0,87	59,1%	0,72	54,8%	0,85	45,0%	0,76
Novembre	34,3%	1,73	49,7%	1,02	41,3%	1,09	28,6%	1,81	57,1%	0,91	35,2%	1,45	50,2%	1,04	43,1%	1,33	34,6%	1,22
Desembre	29,6%	2,13	45,6%	1,18	36,6%	1,31	23,3%	2,37	52,1%	1,06	30,1%	1,81	46,5%	1,20	38,1%	1,60	30,2%	1,49

Taula 45-Resultats dels càlculs pels diferents col·lectors solars





Ruben Ferrer Amorós  
Ruben Caballero Lopez

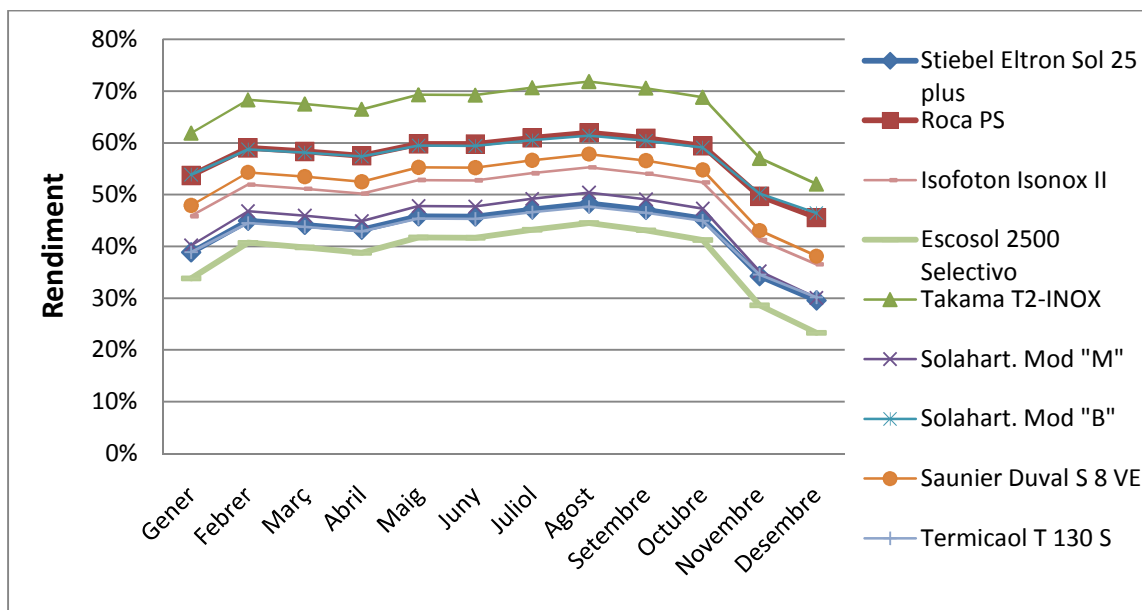


Figura 38-Corbes de rendiment al llarg de l'any dels col·lectors escollits

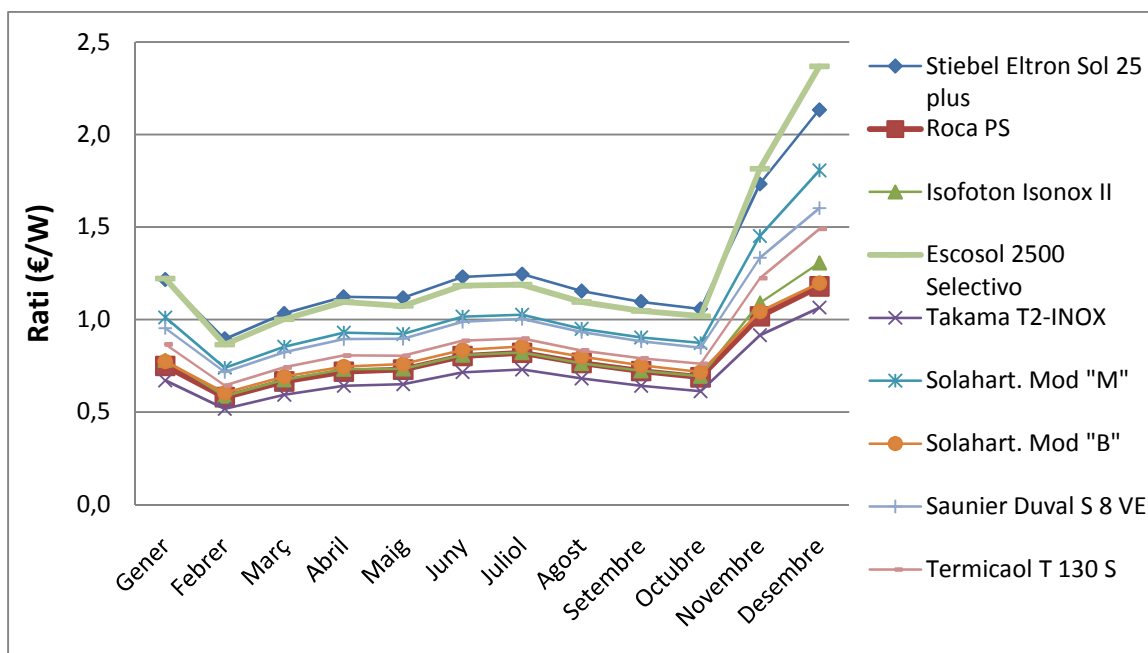


Figura 39-Rati cost/potència útil al llarg de l'any dels col·lectors escollits



### 3.1.6. Rendiment del captador solar

El col·lector escollit, Takama T2-Inox, de rendiment segons la recta de l'Equació 23:

$$\eta = 0,938 - 4,76 \cdot \left( \frac{T_e - T_a}{I_s} \right)$$

Equació 23

S'obté un rendiment, pels diferents mesos de l'any els valors de la Taula 46 i gràficament es poden observar a la Figura 40.

Mes	$\eta$ (%)
Gener	61,9%
Febrer	68,3%
Març	67,5%
Abril	66,5%
Maig	69,3%
Juny	69,2%
Juliol	70,7%
Agost	71,9%
Setembre	70,6%
Octubre	68,8%
Novembre	57,1%
Desembre	52,1%

Taula 46-Rendiment del captador durant l'any

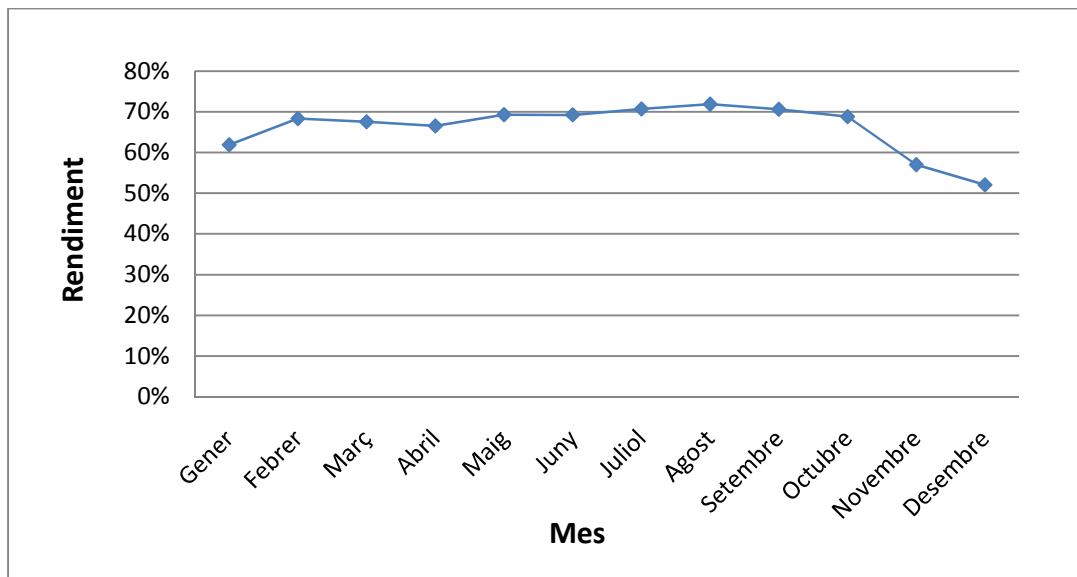


Figura 40- Rendiment del captador durant l'any

Segons estableixen les bases de l'apartat HE-4 del document d'estalvi energètic del CTE, que dicta que el col·lector escollit ha de tenir un rendiment de com a mínim el 40%.

### 3.1.7. Factor Captador – Bescanviador

L'eficiència d'un bescanviador,  $\epsilon$ , és la relació entre l'energia absorbida del primari per part del bescanviador i l'energia cedida pel mateix al secundari. Aquest mesura les pèrdues de calor que s'hi produeixen.

Malgrat que aquest bescanviador de calor no és una part del captador, és convenient definir un altre factor d'eficàcia,  $F'_R$ , que substitueix a  $F_R$  per considerar el rendiment combinat del captador i el bescanviador.

La relació  $F'_R / F_R$  és denomina factor captador bescanviador Equació 24, és un índex que varia entre 0 i 1, aquest indica la disminució d'energia útil obtinguda deguda a la utilització del bescanviador.



$$\frac{F'_R}{F_R} = \frac{1}{1 + \left( \frac{F_R \cdot U_L}{G_{fluid} \cdot C_{pf}} \right) \cdot \left[ \left( \frac{G_{fluid} \cdot A_c}{\varepsilon \cdot (m \cdot c_p)_{min}} \right) - 1 \right]}$$

Equació 24

On:

$F_R \cdot U_L$ , factor de guany del captador, adimensional.

$(m \cdot c_p)_{min}$ , és el producte mínim del cabal màssic i la capacitat calorífica dels fluids circulants pel circuit primari i secundari,  $W/^\circ C$

Com que arribats a aquest punt es desconeixen els valor de  $A_c$  i  $(m \cdot c_p)_{min}$ , es suposarà que  $(m \cdot c_p)_{min} = G_{fluid} \cdot A_c$ , obtenint d'aquesta forma l'Equació 25:

$$\frac{F'_R}{F_R} = \frac{1}{1 + \left( \frac{F_R \cdot U_L}{G_{fluid} \cdot C_{pf}} \right) \cdot \left( \frac{1}{\varepsilon} - 1 \right)}$$

Equació 25

L'eficiència del bescanviador és un paràmetre desconegut, però es pot estimar per fer els càlculs. S'estableix  $\varepsilon = 0,7$  com a valor usual utilitzat en la majoria de projectes analitzats. Així doncs substituint els valors ja coneguts a l'Equació 25, s'obté el factor captador - bescanviador, que en aquest cas serà igual a

$$\frac{F'_R}{F_R} = 0,9642.$$

### 3.1.8. Àrea de captació necessària per calefacció

Per obtenir l'àrea de captació que satisfarà les necessitats de calefacció als mesos d'hivern, és necessari conèixer els paràmetres inicials, degut a que no es pretén cobrir un percentatge concret de la demanda, sinó intentar optimitzar energètica i econòmicament el nombre de captadors necessaris.

A partir de l'Equació 16 s'obté l'Equació 26:



$$A_c = \frac{L_{ACS}}{I_s \cdot \eta}$$

Equació 26

On:

 $A_c$  , àrea de captació total. $L_{ACS}$  , càrrega mensual per ACS, en W. $I_s$  , irradiació,  $\frac{W}{m^2}$  $\eta$  , rendiment del captador cada mes.

A partir de l'Equació 26, s'obté l'àrea que satisfaria la demanda energètica de cada mes i nombre de col·lectors equivalents de la Taula 47, sabent que els captadors escollits són Takama T2-Inox i tenen una  $A_c$  de 2,59 m<sup>2</sup>.

Mes	L <sub>cal</sub> (MJ/mes)	L <sub>cal</sub> (w)	I <sub>s</sub> (w / m <sup>2</sup> )	η (%)	A <sub>c</sub> (m <sup>2</sup> )	Nº captadors
Gener	28012	10459	716,49	61,9%	24	9
Febrer	17222	7119	841,31	68,3%	12	5
Març	14627	5461	742,53	67,5%	11	4
Abril	6725	2595	697,68	66,5%	6	2
Maig	1334	498	660,63	69,3%	1	0
Juny	18	7	600,69	69,2%	0	0
Juliol	0	0	576,46	70,7%	0	0
Agost	0	0	607,71	71,9%	0	0
Setembre	181	70	656,15	70,6%	0	0
Octubre	3825	1428	705,13	68,8%	3	1
Novembre	15725	6067	569,94	57,1%	19	7
Desembre	28208	10532	536,29	52,1%	38	15

Taula 47-Valors d'àrea de captació per calefacció i nº de col·lectors equivalent

Es pot observar que el nombre de captadors necessaris per cobrir al 100% de la potència necessària de calefacció varia per cada mes, ja que les necessitats de calefacció així ho generen de manera molt significativa.

Per això cal cercar l'àrea de captació que millor convingui a la instal·lació.

Per tant, el mètode que s'utilitzarà per optimitzar el nombre de captadors solars en el sistema a dissenyar en aquest projecte, serà el de les *Corbes f-Charts* conjuntament amb un anàlisi econòmic.

Per tal de realitzar aquest procediment correctament, ens ajudarem de la bibliografia [1] i [5].

### **Optimització nº col·lectors solars per calefacció: Corbes *f-Charts* i anàlisi econòmic.**

El mètode de les *Corbes-f Charts* és un mètode simplificat de disseny que permet prescindir del càlcul detallat sense restar fiabilitat, i representa un bon sistema per determinar l'optimització econòmica dels sistemes d'escalfament solar.

Ja que està basat en un sistema d'aproximació, aquest mètode consisteix en identificar unes variables adimensionals del sistema tèrmic solar. A través d'aquestes s'obté el valor d'  $f$ , que farà referència a la fracció de necessitats energètiques que podrem cobrir gràcies a l'energia solar.

El balanç energètic global per un període mensual en un sistema tèrmic ve donat per l'Equació 27:

$$Q_{TOT} - L_{TOT} + E = \Delta U$$

*Equació 27*



On:

$Q_{TOT}$  , energia solar útil total obtinguda durant el mes.

$L_{TOT}$  , suma de càrregues tèrmiques del mes.

$E$  , energia auxiliar total requerida durant el mes.

$\Delta U$  , intercanvi d'energia a la unitat d'emmagatzematge, podent-se considerar de valor nul. En el cas del present projecte es farà l'estudi només per les càrregues tèrmiques de calefacció, així s'obté l'Equació 28:

$$Q_{CAL} = L_{CAL} - E$$

Equació 28

De l'Equació 28 es pot dimensionar obtenint l'Equació 29:

$$f = \frac{Q_{CAL}}{L_{CAL}}$$

Equació 29

On:

$f$  , fracció de càrrega tèrmica mensual subministrada per l'energia solar.

L'Equació 29 no es pot utilitzar directament per obtenir  $f$  , degut a que  $Q_{CAL}$  és el resultat d'una complicada funció de la radiació incident, la temperatura ambient i les pèrdues tèrmiques. De totes maneres, es pot obtenir el paràmetre  $f$  amb les relacions adimensionals:

$$X = \frac{A_c \cdot \left( \frac{F'_R}{F_R} \right) \cdot (F_R \cdot U_L) \cdot (T_{ref} - T_a) \cdot \Delta t}{L_{CAL}}$$

Equació 30



Ruben Ferrer Amorós  
Ruben Caballero Lopez



$$Y = \frac{A_c \cdot \left( \frac{F'_R}{F_R} \right) \cdot (F_R \cdot \tau \alpha) \cdot N_{dm} \cdot \bar{H}_T}{L_{CAL}}$$

Equació 31

On:

$T_{ref}$ , temperatura de referència, fixada a 100 °C.

A partir del coneixement de la resta de, cal tenir en compte, que les unitat amb que treballarem per trobar aquestes variables, per  $L_{CAL}$  i  $\bar{H}_T$  seran els Joules.

En els sistemes en que s'utilitza líquid com a fluid caloportador el valor de  $f$  s'obté a partir de l'Equació 32 següent o gràficament a la Figura 41:

$$f = 1,029 \cdot Y - 0,065 \cdot X - 0,245 \cdot Y^2 + 0,0018 \cdot X^2 + 0,0215 \cdot Y^3 \quad \begin{cases} 0 < X < 18 \\ 0 < Y < 3 \end{cases}$$

Equació 32

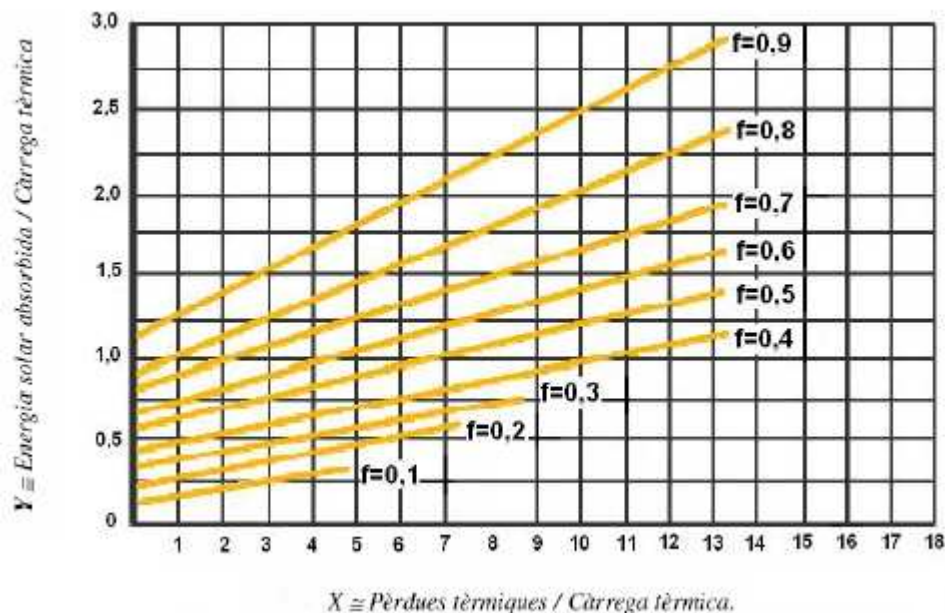


Figura 41-Corbes  $f$ -Charts per sistemes d'aigua





Si s'utilitzen les gràfiques  $f$ , s'han de traslladar els valors de X i Y a dites gràfiques de la següent manera:

- ✓ Localitzar el valor d' Y en l'eix vertical i traçar una línia horitzontal per aquest punt.
- ✓ Localitzar el valor de d' X en l'eix horitzontal i traçar una línia vertical per aquest punt.
- ✓ En el punt on es tallin ambdues línies estarà el valor de  $f$ .

Així doncs, una vegada obtinguda  $f$ , es calcula  $Q_{CAL}$  amb l'Equació 29, que resulta de l'Equació 33:

$$Q_{CAL} = f \cdot L_{CAL}$$

*Equació 33*

A partir de l'obtenció de la quantitat de càrrega tèrmica de calefacció que subministren els captadors solars, i a partir de l'Equació 28 s'obté el valor de l'energia auxiliar subministrada Equació 34, que cal transformar en kWh, pels càlculs posteriors.

$$E = L_{CAL} - Q_{CAL}$$

*Equació 34*

A continuació s'obtenen els costos, es pretén obtenir una equació que relacioni:

- ✓ *Cost fix dels captadors*, obtinguda a l'Equació 35. Degut a que el cost de la resta de la instal·lació es negligeix, ja que encara és desconeguda i per què, no depèn en gran mesura del nombre de col·lectors.
- ✓ *Cost de l'energia auxiliar* que es necessitarà durant un cert període de temps.

$$C_F = n_c \cdot p_c$$

Equació 35

On:

 $C_F$  , cost fix en €. $n_c$  , nombre de col·lectors solars. $p_c$  , preu d'un col·lector solar, en €.

El cost variable de l'any  $i$  representa la quantitat de diners que es gasten anualment en pagar l'energia convencional consumida, i s'expressa amb l'Equació 36 següent:

$$C_{v,i} = p_{fix} \cdot 12 + \left( \frac{p_e}{\eta_e} \cdot \sum_{j=1}^{12} E_j \right)$$

Equació 36

On:

 $C_{v,i}$  , cost variable de l'any  $i$ , €/any $p_e$  , preu de l'energia convencional actual, €/kwh $p_{fix}$  , quota fixa al mes actual, €. $\eta_e$  , rendiment del sistema d'escalfament convencional. $E_j$  , energia tèrmica auxiliar per calefacció al mes  $j$ , kwh/mes

Aquest valor caldrà afegir-hi una base imposable del 18% IVA, obtenint l'Equació 37.

$$C_{v,i,TOTAL} = C_{v,i} \cdot 1,18$$

Equació 37

Aquests costos variables, cal actualitzar-los a l'any de posada en funcionament de la instal·lació. Això s'aconsegueix tenint en compte que els diners perden



valor any rere any (interès del diner) i que cada any l'energia s'encareix una certa quantitat (increment del preu de l'energia). El càlcul del cost variable actualitzat anual s'obté a partir de l'Equació 38:

$$C_{va,i,TOTAL} = C_{v,i,TOTAL} \cdot \left( \frac{1+r_e}{1+r_d} \right)^i$$

Equació 38

On:

$r_e$  , inflació anual en el preu del combustible.

$r_d$  , interès del diner.

Degut a que es vol conèixer el cost variable de tot el període, cal sumar tots els costos variables actualitzats de cada any, a partir de l'Equació 39.

$$C_{va} = \sum_{i=1}^n \left[ C_{v,i,TOTAL} \cdot \left( \frac{1+r_e}{1+r_d} \right)^i \right] = \sum_{i=1}^n \left[ 1,18 \cdot \left[ p_{fix} \cdot 12 + \left( \frac{p_e}{\eta_e} \cdot \sum_{j=1}^{12} E_j \right) \cdot \left( \frac{1+r_e}{1+r_d} \right)^i \right] \right]$$

Equació 39

Ja que  $L_{CAL}$  i  $f$  no varien d'un any per l'altre, s'obté l'(Equació 40) següent:

$$C_{va} = 1,18 \cdot \left[ p_{fix} \cdot 12 + \left( \frac{p_e}{\eta_e} \cdot \sum_{j=1}^{12} E_j \right) \right] \cdot \sum_{i=1}^n \left( \frac{1+r_e}{1+r_d} \right)^i$$

Equació 40

El nombre òptim de col·lectors  $n_{c,\delta\text{ptim}}$  , vindrà donat pel cost total mínim, satisfent l'Equació 41 següent:

$$C_{TOTAL,min} = n_{c,\delta\text{ptim}} \cdot p_c \cdot 1,18 \cdot \left[ p_{fix} \cdot 12 + \left( \frac{p_e}{\eta_e} \cdot \sum_{j=1}^{12} E_j \right) \right] \cdot \sum_{i=1}^n \left( \frac{1+r_e}{1+r_d} \right)^i$$

Equació 41



S'haurà de tenir en compte les següents consideracions:

- ✓ Les necessitats energètiques de calefacció de maig a setembre s'han negligit, ja que amb el canvi de temporada l'equip solar deixarà de produir calor per a calefacció.
- ✓ El període d'estudi serà 10 anys, ja que és el temps de garantia dels captadors solar.
- ✓ L'energia convencional considerada serà gas natural i el seu preu aproximat és de  $0,047 \text{ €/kwh}$  de consum i  $7,461 \text{ €/mes}$  de terme fix.
- ✓ Com a rendiment de l'energia convencional s'agafa el rendiment de la caldera, el qual s'estima del 70%.
- ✓ Es parteix d' un IPC del 2%, un valor habitual actualment.
- ✓ S'estableix en un 4% l' increment anual en el preu de l'energia convencional, com a tendència dels propers 10 anys, segons [6].

Les dades utilitzades per al càlcul del nombre de col·lectors a instal·lar es representen a la Taula 48. La finalitat dels càlculs realitzats per diferents nombre de captadors solars de la Taula 49 fins la Taula 56, és la d'obtenir que el cost total ascendeixi.

Com a conclusió, amb tot aquest procediment el que es pretén és optimitzar el número de captadors solars per calefacció en aquesta instal·lació trobant la relació òptima entre cost inicial del nombre de captadors i cost de l'energia auxiliar en els pròxims 10 anys .

Com es podrà comprovar, en principi, el cost total serà menor com més captadors hi hagi, però arribarà un punt en que la influència del cost fix dels col·lectors serà més evident i el cost total tornarà a augmentar.



Ruben Ferrer Amorós  
Ruben Caballero Lopez



Mes	Gener	Febrer	Març	Octubre	Novembre	Desembre
L <sub>cal</sub> (MJ/mes)	28012	17222	14627	3825	15725	28208
L <sub>cal</sub> (kwh/mes)	7781	4784	4063	1062	4368	7836
N <sub>dm</sub>	31	28	31	31	30	31
N <sub>sm</sub>	2678400	2419200	2678400	2678400	2592000	2678400
H <sub>T</sub> (MJ / dia*m <sup>2</sup> )	12,00	21,03	19,47	17,94	11,17	7,24
I <sub>s</sub> (w / m <sup>2</sup> )	716,49	841,31	742,53	705,13	569,94	536,29
G <sub>Fluid</sub> (kg /s m <sup>2</sup> )	0,0141			p <sub>e</sub> (€/kwh)		0,0435
C <sub>p</sub> (J/kg °K)	3900					
F <sub>R</sub> *U <sub>L</sub>	4,76			η <sub>e</sub>		0,7
F' <sub>R</sub> /F <sub>R</sub>	0,964			r <sub>d</sub> (%)		2
F <sub>R</sub> *τ <sub>α</sub>	0,938			r <sub>e</sub> (%)		4
p <sub>c</sub> (€)	771			n		10

Taula 48-Dades per l'optimització per l'àrea de captació per calefacció.

Càlculs per a diferents unitats de captadors:

Mes	Gener	Febrer	Març	Abril	Octubre	Novembre	Desembre
<b>Nº col·lectors</b>	1						
<b>A<sub>c</sub> (m<sup>2</sup>)</b>	2,59	2,59	2,59	2,59	2,59	2,59	2,59
<b>X</b>	0,11	0,15	0,19	0,39	0,68	0,17	0,10
<b>Y</b>	0,03	0,08	0,10	0,22	0,34	0,05	0,02
<b>j</b>	0,02	0,07	0,09	0,19	0,28	0,04	0,01
<b>Q<sub>CAL</sub> (MJ/mes)</b>	699	1226	1246	1256	1070	622	349
<b>E (MJ/mes)</b>	27314	15995	13380	5469	2754	15104	27859
<b>E (kwh/mes)</b>	7587	4443	3717	1519	765	4195	7739
<b>E<sub>TOTAL</sub> (kwh/mes)</b>	29966						
<b>C<sub>f</sub> (€)</b>	771,28						
<b>C<sub>v</sub> (€)</b>	19176						
<b>C<sub>TOTAL</sub> (€)</b>	19948						

Taula 49- Cost total per 1 captador



Valors per a 2 captadors:

Mes	Gener	Febrer	Març	Abril	Octubre	Novembre	Desembre
Nº col·lectors	2						
$A_c (m^2)$	5,19	5,19	5,19	5,19	5,19	5,19	5,19
X	0,21	0,30	0,37	0,79	1,37	0,35	0,21
Y	0,06	0,16	0,19	0,43	0,68	0,10	0,04
$\dot{t}$	0,05	0,14	0,17	0,35	0,51	0,08	0,02
$Q_{CAL} (MJ/mes)$	1385	2401	2429	2370	1948	1226	694
E (MJ/mes)	26627	14821	12198	4355	1877	14499	27514
E (kwh/mes)	7396	4117	3388	1210	521	4028	7643
$E_{TOTAL} (kwh/mes)$	28303						
$C_f (€)$	1542,56						
$C_v (€)$	18616						
$C_{TOTAL} (€)$	20159						

Taula 50- Cost total per 2 captador.

Valors per a 3 captadors:

Mes	Gener	Febrer	Març	Abril	Octubre	Novembre	Desembre
Nº col·lectors	3						
$A_c (m^2)$	7,78	7,78	7,78	7,78	7,78	7,78	7,78
X	0,32	0,45	0,56	1,18	2,05	0,52	0,31
Y	0,09	0,24	0,29	0,65	1,02	0,15	0,06
$\dot{t}$	0,07	0,20	0,24	0,50	0,69	0,12	0,04
$Q_{CAL} (MJ/mes)$	2060	3525	3549	3350	2654	1814	1036
E (MJ/mes)	25952	13697	11077	3376	1171	13912	27173
E (kwh/mes)	7209	3805	3077	938	325	3864	7548
$E_{TOTAL} (kwh/mes)$	26766						
$C_f (€)$	2313,84						
$C_v (€)$	17181						
$C_{TOTAL} (€)$	19494						

Taula 51- Cost total per 3 captador.



Valors per a 4 captadors:

Mes	Gener	Febrer	Març	Abril	Octubre	Novembre	Desembre
Nº col·lectors	4						
$A_c (m^2)$	10,37	10,37	10,37	10,37	10,37	10,37	10,37
X	0,42	0,60	0,75	1,58	2,73	0,70	0,42
Y	0,12	0,32	0,39	0,87	1,36	0,20	0,07
$\dot{t}$	0,10	0,27	0,32	0,63	0,84	0,15	0,05
$Q_{CAL} (MJ/mes)$	2723	4599	4610	4204	3206	2385	1374
E (MJ/mes)	25290	12622	10017	2521	618	13341	26835
E (kwh/mes)	7025	3506	2782	700	172	3706	7454
$E_{TOTAL} (kwh/mes)$	25345						
$C_f (€)$	3085,12						
$C_v (€)$	16295						
$C_{TOTAL} (€)$	19380						

Taula 52- Cost total per 4 captador.

Valors per a 5 captadors:

Mes	Gener	Febrer	Març	Abril	Octubre	Novembre	Desembre
Nº col·lectors	5						
$A_c (m^2)$	12,97	12,97	12,97	12,97	12,97	12,97	12,97
X	0,53	0,75	0,94	1,97	3,42	0,87	0,52
Y	0,16	0,40	0,48	1,09	1,71	0,25	0,09
$\dot{t}$	0,12	0,33	0,38	0,73	0,95	0,19	0,06
$Q_{CAL} (MJ/mes)$	3374	5626	5612	4943	3625	2939	1708
E (MJ/mes)	24639	11596	9014	1783	199	12787	26500
E (kwh/mes)	6844	3221	2504	495	55	3552	7361
$E_{TOTAL} (kwh/mes)$	24033						
$C_f (€)$	3856,4						
$C_v (€)$	15881						
$C_{TOTAL} (€)$	19737						

Taula 53- Cost total per 5 captador.



Valors per a 6 captadors:

Mes	Gener	Febrer	Març	Abril	Octubre	Novembre	Desembre
Nº col·lectors	6						
$A_c (m^2)$	15,56	15,56	15,56	15,56	15,56	15,56	15,56
X	0,64	0,90	1,12	2,37	4,10	1,05	0,62
Y	0,19	0,48	0,58	1,30	2,05	0,30	0,11
$\dot{t}$	0,14	0,38	0,45	0,83	1,03	0,22	0,07
$Q_{CAL} (MJ/mes)$	4013	6605	6558	5574	3931	3477	2039
E (MJ/mes)	23999	10617	8069	1151	-106	12249	26169
E (kwh/mes)	6666	2949	2241	320	-30	3402	7269
$E_{TOTAL} (kwh/mes)$	22819						
$C_f (€)$	4627,68						
$C_v (€)$	15103						
$C_{TOTAL} (€)$	19731						

Taula 54- Cost total per 6 captador.

Valors per a 7 captadors:

Mes	Gener	Febrer	Març	Abril	Octubre	Novembre	Desembre
Nº col·lectors	7						
$A_c (m^2)$	18,15	18,15	18,15	18,15	18,15	18,15	18,15
X	0,74	1,05	1,31	2,76	4,78	1,22	0,73
Y	0,22	0,56	0,68	1,52	2,39	0,35	0,13
$\dot{t}$	0,17	0,44	0,51	0,91	1,08	0,25	0,08
$Q_{CAL} (MJ/mes)$	4641	7538	7448	6107	4142	3999	2366
E (MJ/mes)	23371	9683	7179	619	-318	11727	25842
E (kwh/mes)	6492	2690	1994	172	-88	3257	7178
$E_{TOTAL} (kwh/mes)$	21695						
$C_f (€)$	5398,96						
$C_v (€)$	14384						
$C_{TOTAL} (€)$	19783						

Taula 55- Cost total per 7 captador.





Valors per a 8 captadors:

Mes	Gener	Febrer	Març	Abril	Octubre	Novembre	Desembre
Nº col·lectors	8						
$A_c (m^2)$	20,74	20,74	20,74	20,74	20,74	20,74	20,74
X	0,85	1,20	1,50	3,16	5,47	1,40	0,83
Y	0,25	0,64	0,77	1,74	2,73	0,40	0,15
t	0,19	0,49	0,57	0,97	1,12	0,29	0,10
$Q_{CAL} (MJ/mes)$	5258	8426	8285	6550	4279	4505	2690
E (MJ/mes)	22755	8795	6342	175	-455	11220	25519
E (kwh/mes)	6321	2443	1762	49	-126	3117	7088
$E_{TOTAL} (kwh/mes)$	20653						
$C_f (€)$	6170,24						
$C_v (€)$	13716						
$C_{TOTAL} (€)$	19886						

Taula 56- Cost total per 8 captador.

La fracció solar anual,  $f_{ANUAL}$ , lògicament, augmenta amb el nombre de col·lectors solars Figura 42. Aquest valor s'obté a partir de l'Equació 42.

$$f_{ANUAL} = \frac{\sum_{i=1}^{12} Q_{CAL,i}}{\sum_{i=1}^{12} L_{CAL,i}}$$

Equació 42

Però el cost total, en euros, en els pròxims 10 anys, com es comenta anteriorment, descendeix fins un cert punt, l'òptim, i després torna a pujar. A la Figura 43 s'observa que el mínim cost total en els pròxims deu anys correspon a una instal·lació formada per **6 col·lectors solars**.

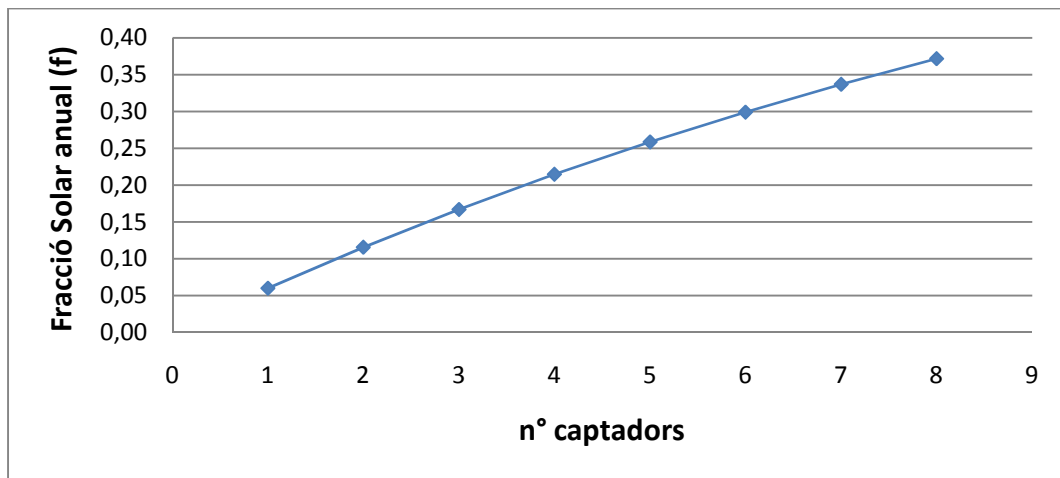


Figura 42-Fracció solar anual en funció del n° de captadors

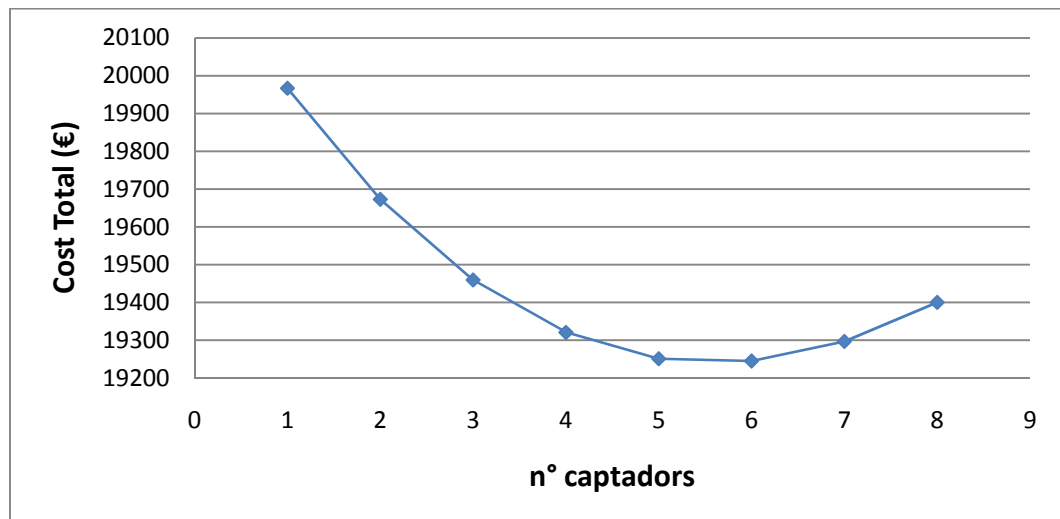


Figura 43-Cost total en 10 anys en funció del nombre de captadors

### 3.1.8.1. Dissipador d'escalfor

Segons [11], la instal·lació solar tèrmica ha de quedar protegida davant de possibles sobreescalfaments, per tal que no es deteriorin els materials ni els equips i que no apareguin problemes en el subministrament.

Aquesta seria la principal funció del dissipador d'escalfor, un element que és un bescanviador que entra en funcionament quan la instal·lació assoleix temperatures superiors a 90 °C.

Mentre la instal·lació treballa amb temperatures inferiors a aquest límit, el fluid circula només pels captadors, al superar els 90°C s'obre una vàlvula i el fluid passa a circular també pel dissipador; aconseguint així disminuir la temperatura per tal d'evitar problemes en la instal·lació.

Segons els requeriments de la instal·lació i els requeriments del CTE, es decideix que el dissipador a instal·lar serà un dissipador de 4000W de la casa Salvador Escoda.

Es tria aquest dissipador ja que com a requisit principal és l'indicat per instal·lacions fins a 6 captadors.

### 3.1.9. Àrea de captació solar necessària per ACS

La superfície captadora s'obtindrà a partir de l'(Equació 43):

$$A_c = \frac{L_{ACS}}{\eta \cdot I_s}$$

Equació 43

On:

$A_c$  , àrea de captació total.

$L_{ACS}$  , càrrega mensual per ACS, W.

$p_{fix}$  , quota fixa al mes actual, €.

$\eta$  , rendiment del captador per mes.

$I_s$  , irradiació,  $\frac{W}{m^2}$

Per tal d'obtenir el nombre de captadors que satisfarà les necessitats d'ACS, cal recordar que els captadors Takama T2-Inox i tenen una  $A_c$  de 2,59 m<sup>2</sup>.

A partir de la Taula 57, es poden observar els valors de les dades necessàries i el resultat del nombre de captadors necessari per cada mes.

Mes	$L_{ACS}$ (MJ/mes)	$L_{ACS}$ (w)	$I_s$ (w / m <sup>2</sup> )	$\eta$ (%)	$A_c$ (m <sup>2</sup> )	Nº Captadors
Gener	856,5	319,76	716,49	61,9%	0,72	1
Febrer	759,5	313,95	841,31	68,3%	0,55	1
Març	809,7	302,32	742,53	67,5%	0,60	1
Abril	753,5	290,69	697,68	66,5%	0,63	1
Maig	763,0	284,88	660,63	69,3%	0,62	1
Juny	723,3	279,07	600,69	69,2%	0,67	1
Juliol	731,9	273,25	576,46	70,7%	0,67	1
Agost	747,5	279,07	607,71	71,9%	0,64	1
Setembre	738,4	284,88	656,15	70,6%	0,62	1
Octubre	778,6	290,69	705,13	68,8%	0,60	1
Novembre	783,6	302,32	569,94	57,1%	0,93	1
Desembre	856,5	319,76	536,29	52,1%	1,14	1

Taula 57-Dades pel càlcul de l'àrea de captació per ACS

Durant tot l'any és suficient un col·lector solar per cobrir les necessitats d'aigua calenta sanitària i, tot i que alguns tècnics recomanen un muntatge de 2 col·lectors per tal d'evitar el risc de falta de subministrament d'ACS per fallada o trencament del col·lector, augment de l'ocupació a l'habitatge, etc.,

S'optarà per una instal·lació amb un únic col·lector solar, per estalviar problemes de sobreescalfaments i perquè, a més, en cas de fallada per algun dels motius mencionats anteriorment, es disposa del sistema de recolzament per caldera mentre s'intenti reparar ràpidament el captador.

Per altra banda, cal assegurar-se de que es compleix amb el CTE, és a dir, que la instal·lació solar subministri el 50% de les necessitats anuals de ACS. Una manera més precisa i fiable d'assegurar-se de cobrir aquest percentatge de les necessitats energètiques d'ACS és amb el Mètode de les Corbes- $f$ :

Cas particular d'escalfament exclusiu d'ACS.

El mètode és el mateix que en el cas anterior, per calefacció utilitzant l'Equació 30 i l'Equació 31, però caldrà aplicar el factor corrector de l'Equació 44 següent:



$$\frac{X_c}{X} = \frac{11,6 + 1,18 \cdot T_{ACS} + 3,86 \cdot T_{xarxa} - 2,32 \cdot T_a}{100 - T_a}$$

Equació 44

Els resultats, seguint el mateix procediment que en l'apartat anterior, per calefacció, es mostren a la Taula 58. Cal dir que en els mesos en que l'energia proporcionada pel captador supera a la demanda energètica per ACS,  $f > 1$ , aquests resultats s'han truncat al valor de demanda,  $f = 1$ , per tenir resultats més reals respecte al percentatge anual.

Mes	Ge	Fe	Ma	Ab	Ma	Ju	Ju	Ag	Se	Oc	No	De
Nº col·lectors	1											
A <sub>c</sub>	2,59											
L <sub>ACS</sub>	856,5	759,5	809,7	753,5	763,0	723,3	731,9	747,5	738,4	778,6	783,6	856,5
T <sub>ACS</sub>	60											
T <sub>xarxa</sub> (°C)	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5
T <sub>a</sub> (°C)	7	10	14	15	21	24	27	27	23	18	11	8
X	3,46	3,41	3,39	3,48	3,30	3,24	3,18	3,11	3,22	3,36	3,50	3,42
X <sub>c</sub>	3,18	3,12	3,18	3,53	3,18	3,12	3,05	2,82	2,99	3,24	3,45	3,09
Y	1,02	1,82	1,75	1,62	1,44	1,38	1,50	1,67	1,75	1,68	1,00	0,61
f	0,63	1,00	0,98	0,91	0,85	0,83	0,88	0,96	0,99	0,95	0,60	0,36
Q <sub>ACS</sub>	538	763	791	683	648	598	648	721	729	736	474	309
f <sub>anual</sub>	82,11%											

Taula 58-Fracció anual de les necessitats d'ACS

Com es pot comprovar, es cobreixen de sobres el 50% de les necessitats anuals d'ACS establert pel CTE. Els percentatges de la demanda d'ACS està coberta amb energia solar i es poden observar gràficament a la Figura 44.

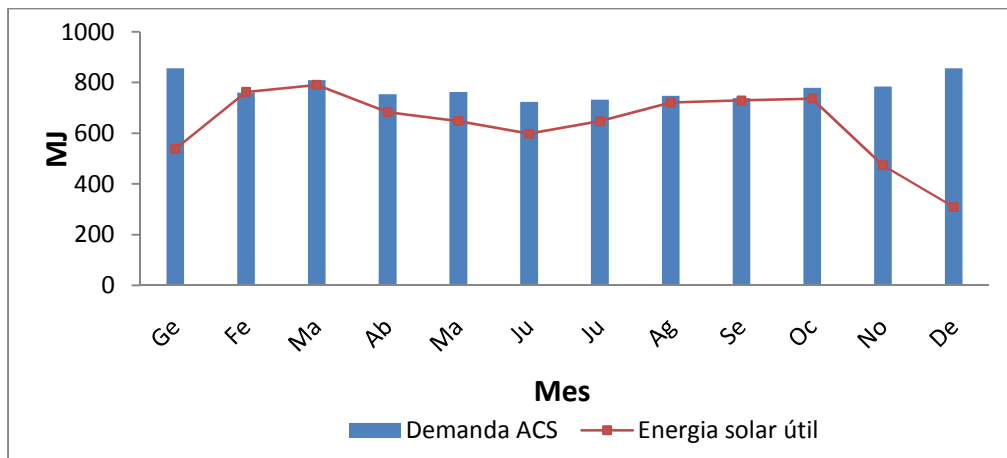


Figura 44-Relació demanda ACS – Energia solar útil

### 3.1.10. Distribució dels captadors solars

El sistema de captació de les instal·lacions està compost, normalment, per conjunts de panells que s'han de connectar entre sí i amb la resta de la instal·lació.

Aquesta connexió ha de realitzar-se respectant certs principis que permetin que el cabal que circula per tots els col·lectors sigui el mateix, evitant que uns treballin més que altres degut a que el fluid tendeix a recórrer prioritàriament pel camí més fàcil.

D'aquesta manera, s'aconsegueix que tots els captadors treballin amb rendiments similars, provocant en el fluid salts tèrmics aproximadament iguals entre l'entrada i la sortida del panell.

La limitació de la superfície disponible, obligarà al projectista a buscar solucions que permetin ubicar el nombre de captadors necessaris per l'aplicació que s'estigui tractant. La connexió de captadors ha de seguir les limitacions que dicta el fabricant i les pautes que marca la normativa vigent. Segons [11], aquest obliga a tenir en compte les següents condicions:

- ✓ S'ha de posar especial atenció a l' estanquitat i durabilitat de les connexions del captador.
- ✓ Els captadors es disposaran en files constituïdes, preferentment, pel mateix nombre d'elements.
- ✓ Les files es poden connectar entre sí en paral·lel, sèrie o en sèrie - paral·lel, havent d'instal·lar vàlvules de tancament a l'entrada i la sortida de les diferents bateries de captadors i entre les bombes.
- ✓ S'instal·larà una vàlvula de seguretat per fila.
- ✓ Es permetrà muntar i desmuntar els captadors amb facilitat i comoditat.
- ✓ L'entrada del fluid en els captadors serà sempre per la part inferior.
- ✓ La sortida del fluid pels captadors serà per la part superior oposada a l'entrada.
- ✓ En la distribució s'evitaran bosses d'aire o vapor.

A la pràctica els captadors no s'instal·len de manera separada, sinó que s'agrupen formant bateries, reduint així el nombre d'accessoris a utilitzar per captador.

Segons aquest mateix reglament, la separació entre files de captadors ha de ser tal, que al migdia solar del dia més desfavorable del període d'utilització, l'ombra de l'aresta superior d'una fila ha de projectar-se com a màxim sobre l'aresta inferior de la fila següent, i aquesta distància, (Figura 45) ve donada per l'Equació 45.

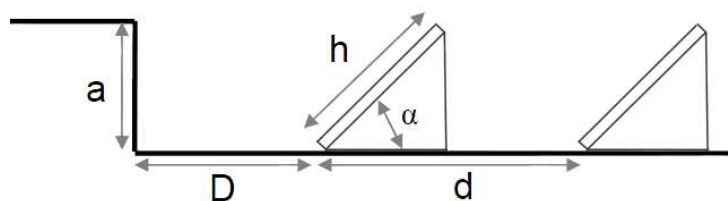


Figura 45-Separació de fila de col·lectors

$$d \geq k \cdot a$$

Equació 45

On:

 $d$  , separació entre files $k$  , coeficient que depèn de la inclinació dels captadors, (Taula 59). $a$  , alçada del captador.

Inclinació del captador	20 °	25 °	30 °	35 °	40 °	45 °	50 °	55 °
Coeficient k	1,53	1,64	1,73	1,81	1,88	1,93	1,97	1,99

Taula 59-Coeficient de separació entre files de captadors, segons la inclinació

Per determinar  $h$  calen una sèrie de càlculs trigonomètrics, en que s'ha de tenir en compte:

- ✓ Longitud del col·lector,  $L_c$
- ✓ inclinació de la teulada,  $b$
- ✓ inclinació dels captadors,  $\alpha$ .

Així s'obté l'Equació 46 per calcular  $d$ :

$$d \geq \frac{L_c \cdot \sin(\alpha) - L_c \cdot \cos(\alpha) \cdot \tan(b)}{\left(\frac{1}{k} + \tan(b)\right)}$$

Equació 46

En aquest projecte, no cal calcular la distància mínima entre files de captadors, ja que es col·loquen aprofitant la inclinació de la teulada, és a dir, en certa manera les files de captadors van planes a la teulada, de manera que l'ombra d'una fila no pot projectar-se sobre la fila posterior com es mostra a la Figura 46. Per tant, la distància entre files de captadors serà la que es cregui convenient.



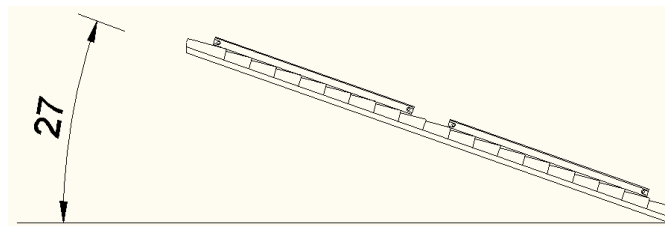


Figura 46-Disposició de dues files de captadors

De totes maneres, és considerarà un espai d' aproximadament 0,8 m, per tal de facilitar el seu muntatge i el seu manteniment. Tot i així aquesta distància és relativa i es pot veure modificada en el muntatge final per part dels operaris a realitzar la instal·lació.

Existeixen diferents tipus de connexió d'aquests captadors:

### Connexió en sèrie

Es connecten captadors solars en sèrie Figura 47 quan es volen aconseguir temperatures elevades. El fluid passa per un dels captadors i després s'introdueix en el següent. En el segon captador el fluid entra a més temperatura que en el primer i així successivament.

Per tant, l'acoblament en sèrie, si bé permet obtenir un augment de la temperatura de l'aigua produïda, fa que el rendiment de la instal·lació disminueixi, donat que el rendiment energètic d'un captador solar disminueix quan augmenta la temperatura d'entrada.

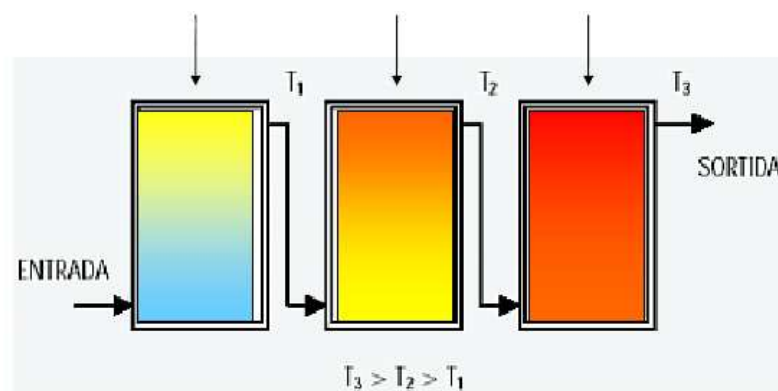


Figura 47-Connexió de captadors en sèrie [7]

Aquesta connexió presenta els següents avantatges i inconvenients:

### Avantatges

El cabals totals són menors que en la connexió en paral·lel, fet que dona lloc a menor diàmetre de canonades, menors bombes de circulació, menor manteniment i menor cost de la instal·lació.

### Inconvenients

Un menor rendiment tèrmic dels captadors, el traçat no és el més idoni per facilitar l'evacuació de l'aire i finalment les feines de purgat complexes.

### Connexió en paral·lel

Per a la producció d'aigua calenta sanitària, el més adequat és connectar els col·lectors en paral·lel Figura 48 formant files amb el mateix nombre de captadors que a la vegada es connecten entre sí també en paral·lel.

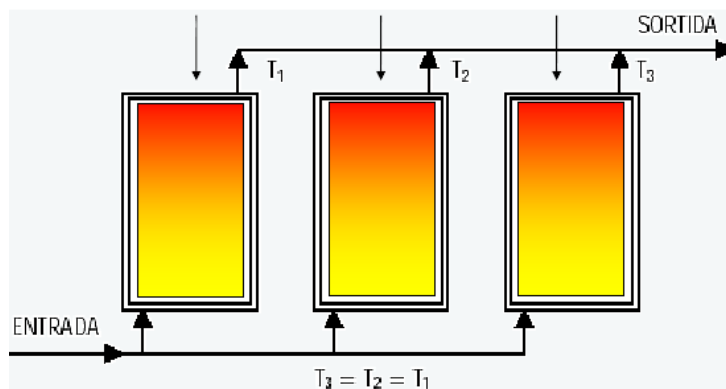


Figura 48- Connexió de captadors en paral·lel [7]

El nombre de captadors que es poden connectar en paral·lel en un mateix grup depèn de les característiques constructives del captador i és una informació que subministra el fabricant.

En general, s'aconsella no connectar més de 8 captadors en un mateix grup. Si es supera aquest valor és possible que el cabal no es reparteixi homogèniament per tots els captadors i, per tant, es penalitzi la productivitat energètica del conjunt.

### Connexió en sèrie - paral·lel

En aquest tipus de connexió Figura 49 s'utilitzen els dos sistemes, sèrie i paral·lel abans descrits. Els conjunts en sèrie han de tenir el mateix nombre de captadors en paral·lel per a què el cabal sigui el mateix en cada conjunt.

Té sentit en instal·lacions de grans superfícies de captació en les que és necessari una temperatura molt alta de sortida.

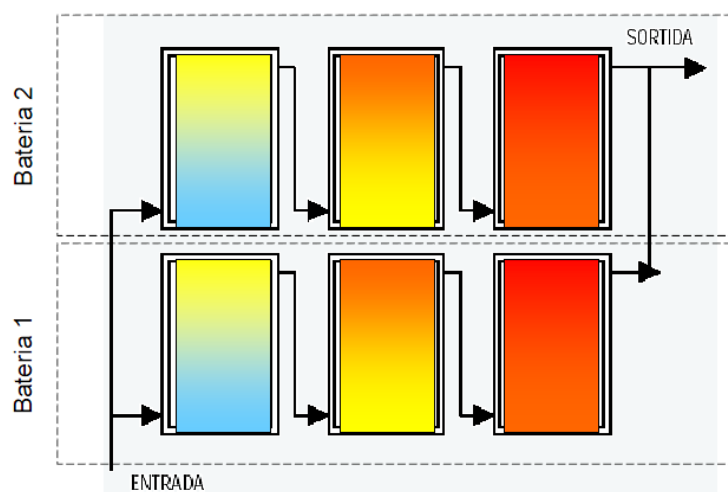


Figura 49- Connexió de captadors en sèrie – paral·lel [7]

En el model de captador escollit, Takama T2-Inox tridimensional, segons catàleg, es poden connectar els captadors en paral·lel formant grups de fins a 10 captadors Figura 50, mitjançant unions roscades, per tant, aquesta instal·lació no presenta problemes en aquest respecte.

L'entrada del fluid caloportador és realitzarà per la part inferior del primer captador, i la sortida per la part superior de l'últim, i les sortides inutilitzades dels extrems del grup es tancaran amb taps roscats, Figura 50.

A la sortida del grup, a la part superior de l'últim captador, s'instal·larà un purgador. Les grans dimensions de la coberta de la casa sobre la que s'instal·laran els col·lectors permeten la instal·lació del nombre de col·lectors necessaris calculats anteriorment.

Els captadors solars s'han d'instal·lar sobre una superfície estable i sòlidament fixada.

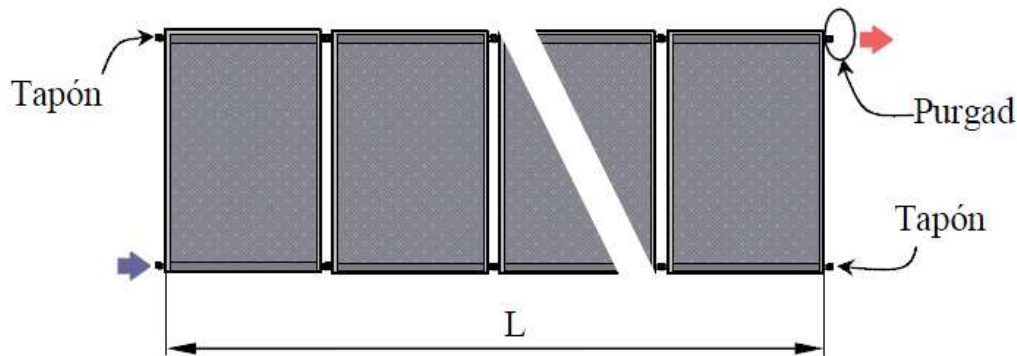


Figura 50-Disposició dels captadors, segons catàleg

Segons el catàleg, la longitud que ocuparà l'estructura en funció del nombre de captadors ve donada per la Taula 60.

nº de captadores	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
longitud (mm)	1050	2100	3150	4200	5250	6300	7350	8400	9450	10500

Taula 60-Longitud del grup en funció del nombre de captadors [9]

La solució adoptada en aquest projecte tenint en compte el rendiment requerit, l'espai disponible per la seva instal·lació. La distribució serà, per una banda, un col·lector per ACS i per altra banda el conjunt dels 6 col·lectors per calefacció, connectats en paral·lel, , formant 2 files connectades també en paral·lel.

D'aquesta manera s'obtenen rendiments elevats sense arribar a temperatures excessivament altes.

### 3.1.11. Càlcul del volum dipòsit acumulador

Segons [14], els paràmetres per dimensionar el volum del dipòsit acumulador haurà de complir la següent Equació 47:

$$50 < \frac{V_{\text{Diposit acumulador}}}{A_{c,ACS}} < 180$$

Equació 47

On:

 $V_{\text{Diposit acumulador}}$  , volum del dipòsit acumulador, l. $A_{c,ACS}$  , àrea de captació per ACS, m<sup>2</sup>.

A partir de l'Equació 47, sabent que l'àrea de captació per ACS de la instal·lació és de 2,59 m<sup>2</sup> i donat que només cal 1 col·lector solar, el volum del dipòsit s'obtindrà a l'Equació 48:

$$129,5 < V_{\text{Diposit acumulador}} < 466,2$$

Equació 48

De la mateixa manera és important conèixer la superfície d'intercanvi de l'acumulador si es vol trobar el dipòsit acumulador òptim. Aquesta superfície,  $S_{\text{intercanvi}}$ , ha d'estar compresa entre  $\frac{1}{4}$  i  $\frac{1}{3}$ , de l'àrea de captació, amb un sobre dimensionament del 10% en cas d'utilitzar anticongelants en el fluid caloportador, com és el cas, així doncs,  $S_{\text{intercanvi}}$  ve donada per l'Equació 49:

$$\frac{1}{4} \cdot A_{c,ACS} \cdot 1,1 \leq S_{\text{intercanvi}} \leq \frac{1}{3} \cdot A_{c,ACS} \cdot 1,1$$

Equació 49

On:

 $S_{\text{intercanvi}}$  , superfície d'intercanvi del dipòsit acumulador, m<sup>2</sup>.

Així a partir de l'Equació 49 s'obté el resultat de  $S_{intercanvi}$  en l'Equació 50:

$$0,71m^2 \leq S_{intercanvi} \leq 0,95m^2$$

Equació 50

Així el dipòsit que es correspon amb la configuració de la instal·lació és un dipòsit de 200 litres amb una superfície d'intercanvi de  $0,95 m^2$ .

### 3.1.12. Càlcul del volum del dipòsit acumulador de calefacció

El volum del dipòsit acumulador de calefacció es calcula de diferent forma segons diferents autors. Una forma de calcular el volum del dipòsit acumulador de calefacció és tenint en compte la superfície de captació.

Segons [1], el volum pot ser proporcional a raó de  $75 \frac{l}{m^2}$  d'àrea de captació dedicat a calefacció. Així doncs el càlcul del volum acumulador de calefacció ve donat per l'Equació 51:

$$V_{Diposit Inercia} < 75 \text{ litres} \cdot A_{c, calefaccio}$$

Equació 51

On:

$V_{Diposit Inercia}$  , volum del dipòsit acumulador de calefacció, litres.

$A_{c, calefaccio}$  , àrea de captació per calefacció,  $m^2$ .

Sabent que l'àrea de captació dedicada a calefacció ve donada per l'Equació 52:

$$A_{c, calefaccio} = A_c \cdot n_{col}$$

Equació 52

On:

$n_{col}$  , nombre de col·lectors.

Tenint en compte 6 col·lectors i una àrea de captació de 2,59 m<sup>2</sup> de, l'Equació 52 s'obté una àrea de captació per calefacció de 15,54 obtenint de l'Equació 51 un,  $V_{Diposit Inercia}$  de:

$$V_{Diposit Inercia} < 1165$$

El sistema acumulador de calefacció també estarà constituït per un dipòsit de configuració vertical. El volum aproximat serà de 1165 litres, però per tal d'aconseguir un dipòsit que existeixi comercialment, el volum final serà de **1000 litres**.

### 3.1.13. Càlcul potència necessària de la caldera

La potència de la caldera ve donada per l'Equació 53:

$$P_{caldera} = (Q_{TOT} + Q_{Pèrdues}) \cdot g$$

Equació 53

On:

$P_{caldera}$  , potència caldera, W

$Q_{TOT}$  , potència total de calor per calefacció i ACS, W.

$Q_{Pèrdues}$  , pèrdues de calor a les canonades.

$g$  , augment de potència per l'acumulador de calefacció, és igual a un valor d'1,1.

La potència total,  $Q_{TOT}$  , serà la potència més desfavorable, és a dir, la més alta que resulta de sumar les mes altes d'ACS i calefacció.

Per aigua calenta sanitària els mesos de més consum són desembre i gener, amb una demanda de 856,5 MJ/mes, equivalents a 319,76 W.



Segons les dades més desfavorables obtingudes amb el VpClima, la potència més desfavorable per calefacció màxima, serà de 9196,5 W per al total de l'edifici.

Les pèrdues de calor,  $Q_{Pèrdues}$ , segons la normativa actual, han de ser mínimes, és a dir, com a màxim del 5%. Per tant, després de realitzar el càlcul segons l'Equació 53, la potència resultant de la caldera serà de W.

Ja que partim d'una caldera existent a la vivenda de la marca Saunier Duval, ThemaClassic, amb una potència útil de 22,6 kW, de 28 kg de pes, dimensions 740 x 410 x 310 mm, amb mètode de producció instantani i pressió màxima del circuit 3 bars, com es pot observar la caldera està sobre dimensionada per tant té la potència suficient per la demanda de la nova instal·lació.

#### 3.1.14. Pèrdues de càrrega en els captadors

Segons el catàleg del fabricant del model de captador escollit, Takama T2-Inox tridimensional, les pèrdues de càrrega en un col·lector solar en funció del cabal circulat venen donades per la Figura 51.

La caiguda de pressió del captador es determina considerant com a fluid caloportador aigua a temperatura ambient. El cabal obtingut anteriorment, a la pàgina (237), on el valor de  $G_{fluid} = 0,014126 \text{ kg/s} \cdot \text{m}^2$ . A partir de la següent Equació 54 es pot obtenir el cabal màssic que circula per cada captador

$$\dot{m}_{captador} = G_{fluid} \cdot A_c$$

Equació 54

On:

$\dot{m}_{captador}$ , cabal màssic que circula per cada captador,  $\text{kg/s}$





De l'Equació 54 s'obté un valor de  $0,036 \frac{kg}{s}$

A partir de l'Equació 55 s'obtenen les pèrdues de càrrega en funció del cabal volumètric:

$$C = \frac{\dot{m}_{captador}}{\rho_f} \cdot \frac{60s}{1min} \cdot \frac{1000litres}{1m^3}$$

Equació 55

On:

$C$  , cabal volumètric per un captador  $litres/min$

Tenint en compte el valor de  $\rho_f$  , on el seu valor el trobarem a la pàgina [237], amb l'Equació 55 s'obté un cabal volumètric de  $2,14 \frac{litres}{min}$ .

Per tant a partir de la Figura 51 s'obtenen les pèrdues de càrrega en cada captador solar.

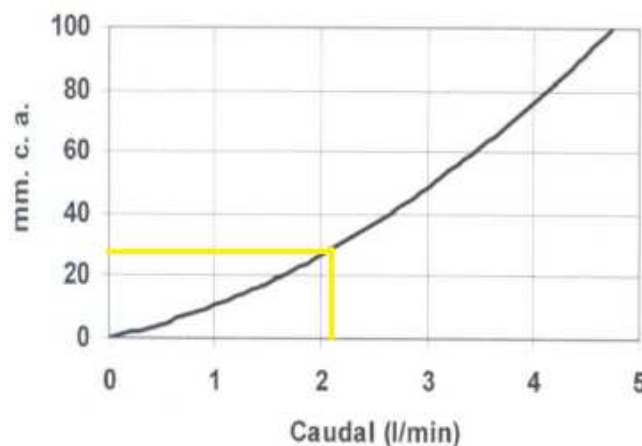


Figura 51-Pèrdues de pressió segons catàleg d'un col·lector Takama T2-Inox tridimensional

### 3.1.15. Dimensionat de les canonades

Per tal de determinar el diàmetre òptim de les canonades cal tenir en compte els problemes que poden derivar d'un excés de velocitat del fluid, com podrien ser sorolls o pèrdues de càrrega.

Segons [7] es recomana que el fluid circulant per la instal·lació no sobrepassi de:

- ✓ Una velocitat de  $2 \frac{m}{s}$
- ✓ La pèrdua de càrrega sigui inferior als 40 mm.c.a. per metre lineal de canonada.

El material que escollit per les canonades és el coure, ja que presenta nombrosos avantatges com per exemple un baix coeficient de dilatació, facilitat a l'hora de treballar, és econòmic i al mercat hi ha gran quantitat de figures i accessoris.

Per contra, presenta alguns inconvenients com una transmissió tèrmica elevada que serà regulada amb un bon aïllament a les canonades, les unions són per soldadura utilitzant aliatges, presenta incompatibilitat amb altres canonades metàl·liques i pot originar problemes de corrosió galvànica.

Per calcular els diàmetres òptims de la instal·lació es suposa una velocitat del fluid del circuit primari per tal de realitzar una primera aproximació dels càlculs. S'estima  $2 \frac{m}{s}$ , per evitar una velocitat excessiva del fluid dins dels col·lectors, grans pèrdues de càrrega i una instal·lació que podria ser sorollosa.

A partir de l'Equació 56 tenint en compte la velocitat i del cabal del fluid del circuit primari obtingut a la pàgina [237], que és  $0,014 \frac{L}{s} \cdot m^2$  de captador, o el que serà el mateix,  $50,4 \frac{L}{h} \cdot m^2$  de captador, es pot calcular el cabal  $Q$ , sabent

que hi ha un total de 7 col·lectors solars en la instal·lació, equivalents a una àrea total de captació de  $18,13 \text{ m}^2$ , per tant s'obté un  $Q = 2,518 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ .

$$D_i = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v_{\max}}} \cdot 1000$$

Equació 56

On:

$D_i$  , diàmetre interior de la canonada, metres.

$Q$  , cabal circulat per la canonada,  $\text{m}^3/\text{s}$

$v_{\max}$  , velocitat màxima a la que circula el fluid,  $\text{m}/\text{s}$

Així s'obté de l'Equació 56, un valor de  $D_i = 17,91$  metres.

Un cop calculat el valor de  $D_i$ , necessari és busca el diàmetre interior normalitzat més proper al calculat, però sempre superior que aquest per tal d'evitar que la velocitat de circulació del fluid sigui superior a  $1 \text{ m}/\text{s}$

Els diàmetres comercials més utilitzats es poden veure a la Taula 61, segons [2]. Existeixen tres tipus de canonades de coure: K, L i M:

- ✓ Les de tipus K són les que suporten més pressió
- ✓ Les de tipus L són les que suporten mitja pressió
- ✓ Les de tipus M són les que suporten menys pressió.

Com que la instal·lació del present projecte treballa amb baixes pressions, únicament es tindran en compte les canonades de tipus M.

Diàmetre nominal (")	Diàmetre exterior (mm)	Diàmetre interior (mm)	Espessor paret (mm)
$\frac{3}{8}$	12,7	11,43	0,64
$\frac{1}{2}$	15,88	14,45	0,71
$\frac{3}{4}$	22,23	20,6	0,81
1	28,58	26,8	0,89
1- $\frac{1}{4}$	34,93	32,79	1,07
1- $\frac{1}{2}$	41,28	38,79	1,24
2	53,98	51,03	1,47

Taula 61-Diàmetres comercials de canonades de coure de tipus M

El diàmetre escollit serà el de  $\frac{3}{4}$ " per als ramals de connexió dels captadors, i 1" pels baixants que van des de la teulada fins la sala de la caldera.

Un cop escollit el diàmetre normalitzat segons el catàleg del fabricant, es recalcula la velocitat del fluid tenint en compte les dades de cabal i de diàmetre interior normalitzat a partir de l'Equació 57.

$$D_n = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v_{\max}}} \Rightarrow v_{\max} = \frac{4 \cdot Q}{D_n^2 \cdot \pi}$$

Equació 57

On:

$D_n$  , diàmetre interior normalitzat de la canonada, metres.

A partir de l'Equació 57 s'obté que la velocitat del fluid per a la canonada de 1" de diàmetre, serà de  $0,44 \frac{m}{s}$  , i per a la canonada de  $\frac{3}{4}$ " serà de  $0,75 \frac{m}{s}$  , en els dos casos inferiors als  $2 \frac{m}{s}$



### 3.1.16. Càlcul de les pèrdues de càrrega

Per realitzar els càlculs s'han tingut en compte les següents pèrdues:

- ✓ Pèrdues de càrrega contínues, aquestes són degudes al fregament del fluid amb les parets de la canonada
- ✓ Pèrdues de càrrega singulars, degudes a la resistència que ofereixen els colzes, les vàlvules i tots els elements que existeixen a la instal·lació.
- ✓ Pèrdues de càrrega singulars degudes a altres elements, com poden ser els col·lectors solars, serpentins, circuits de terra radiant, etc.

Les variables de disseny que s'han utilitzat en els càlculs d'aquest apartat es poden observar a la següent Taula 62:

% massa d'aigua	65	
% massa de propilenglicol	35	
Densitat	1009	kg/m <sup>3</sup>
Temperatura de treball	60	°C
Viscositat dinàmica	1,15	m Pa s
$\epsilon$ (canonades de coure)	0,0015	mm
$\dot{m}$ per m <sup>2</sup> de col·lector	0,0141260	kg/s*m <sup>3</sup>

Taula 62- Variables de disseny pel càlcul de les pèrdues

Per determinar la pèrdua de càrrega del circuit primari es calcula la pèrdua de càrrega total de cada tram per comprovar tot seguit quin és el camí més desfavorable pel qual pot circular el fluid, que correspondrà al de majors pèrdues.

Els cabals màssics emprats es corresponen amb els calculats a la pàgina [237]. La Figura 52 mostra els diferents trams que conformen el circuit.

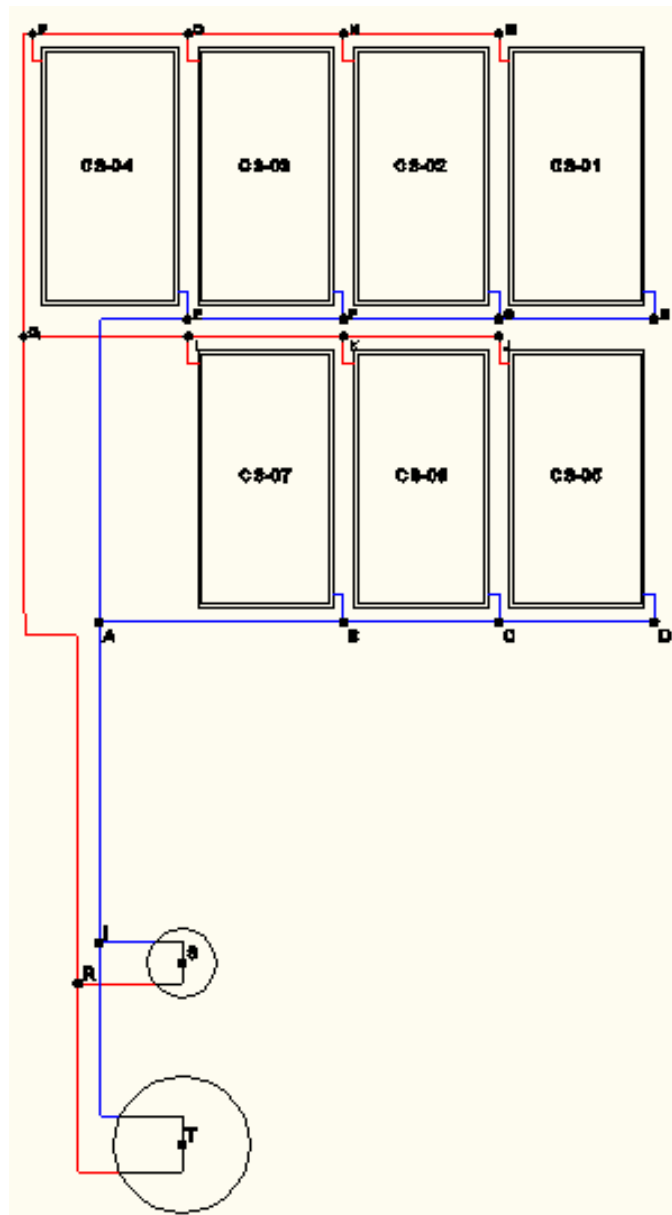


Figura 52-Esquema del circuit amb designació dels trams

### 3.1.16.1. Pèrdues de càrrega contínues

Per obtenir càlcul de les pèrdues de càrrega en canonades circulars i conduccions de flux permanent i uniforme, es seguirà l'Equació 58, proposta per Darcy - Weisbach.



$$H_r = f \cdot \frac{L \cdot v^2}{d \cdot 2 \cdot g}$$

Equació 58

On:

 $f$  , coeficient de fricció adimensional. $H_r$  , pèrdues de càrrega en, mm.c.a. $L$  , longitud de la canonada, metres. $v$  , velocitat del fluid dins de la canonada, obtinguda pe l'Equació 59,  $\frac{m}{s}$  $d$  , diàmetre interior de la canonada , metres. $g$  , acceleració de gravetat ,  $9,81 \frac{m}{s^2}$ 

$$v = \frac{4 \cdot \dot{m}}{\rho \cdot \pi \cdot d^2}$$

Equació 59

On:

 $\dot{m}$  , cabal màssic circulant per la canonada,  $\frac{kg}{s}$  $H_r$  , pèrdues de càrrega en, mm.c.a.

Una altra manera d'escriure l'Equació 58, serà introduint el cabal volumètric, resultat del qual s'obté en l'Equació 60:

$$H_r = 0,0827 \cdot f \cdot L \cdot \frac{Q^2}{d^5}$$

Equació 60

On:

 $Q$  , cabal volumètric,  $\frac{m^3}{s}$



Es necessitarà conèixer el coeficient de fricció per tal de poder calcular les pèrdues de càrrega, per això abans s'haurà de calcular el nombre de Reynolds. Aquest nombre ve donat per l'Equació 61:

$$R_e = \frac{v \cdot d \cdot \rho}{\mu} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d \cdot v}$$

Equació 61

On:

$R_e$  , nombre de Reynolds.

$\mu$  , viscositat cinemàtica, Pa·s

$\rho$  , densitat del líquid,  $\frac{kg}{m^3}$

$d$  , diàmetre interior de la canonada, metres.

Depenent del règim de la canonada la  $f$  , es pot calcular:

✓  $R_e < 2000$ , el règim és laminar i  $f$  , pren el valor de l'Equació 62:

$$f = \frac{64}{R_e}$$

Equació 62

✓  $R_e \geq 2000$ , el règim és turbulent i  $f$  , depèn de la rugositat de la canonada,  $\varepsilon$  , obtenint les equacions Equació 63 i Equació 64:

$$\text{✓ Si } \varepsilon \leq \frac{5 \cdot \mu}{v \cdot \rho} \Rightarrow f = \frac{0,314}{0,7 - 1,65 \cdot \log_{10}(R_e) + (\log_{10}(R_e))^2}$$

Equació 63

$$\text{✓ Si } \varepsilon > \frac{5 \cdot \mu}{v \cdot \rho} \Rightarrow f = \frac{1,325}{\ln^2 \left[ \frac{\varepsilon}{3,7 \cdot d} + \frac{5,74}{R_e^{0,9}} \right]}$$

Equació 64



Tenint en compte aquestes consideracions es calcularan les pèrdues contínues per a cadascun dels circuits primaris tram a tram obtenint la dades de la Taula 63.



Tram	Captadors	ṁ (kg/s)	L (m)	d	D <sub>int</sub> (mm)	Q	v(m/s)	Re	Rugositat	f	H <sub>t</sub> contínues (mmca)
A-B	3	0,110	1,80	%	20,6	0,0001089	0,327	5906	0,017440	0,0361	17,16
B-C	2	0,073	1,14	%	20,6	0,0000726	0,218	3937	0,026160	0,0408	5,46
C-D	1	0,037	1,14	%	20,6	0,0000363	0,109	1969	0,052320	0,0325	1,09
B-L	1	0,037	1,00	%	20,6	0,0000363	0,109	1969	0,052320	0,0325	0,95
C-K	1	0,037	1,00	%	20,6	0,0000363	0,109	1969	0,052320	0,0325	0,95
D-J	1	0,037	1,00	%	20,6	0,0000363	0,109	1969	0,052320	0,0325	0,95
J-K	1	0,037	1,14	%	20,6	0,0000363	0,109	1969	0,052320	0,0325	1,09
K-L	2	0,073	1,14	%	20,6	0,0000726	0,218	3937	0,026160	0,0408	5,46
L-Q	3	0,110	1,21	%	20,6	0,0001089	0,327	5906	0,017440	0,0361	11,54
A-E	4	0,147	2,88	%	20,6	0,0001452	0,436	7875	0,013080	0,0333	45,05
E-F	3	0,110	1,14	%	20,6	0,0001089	0,327	5906	0,017440	0,0361	10,87
F-G	2	0,073	1,14	%	20,6	0,0000726	0,218	3937	0,026160	0,0408	5,46
G-H	1	0,037	1,14	%	20,6	0,0000363	0,109	1969	0,052320	0,0325	1,09
H-M	1	0,037	1,00	%	20,6	0,0000363	0,109	1969	0,052320	0,0325	0,95
G-N	1	0,037	1,00	%	20,6	0,0000363	0,109	1969	0,052320	0,0325	0,95
F-O	1	0,037	1,00	%	20,6	0,0000363	0,109	1969	0,052320	0,0325	0,95
E-P	1	0,037	1,00	%	20,6	0,0000363	0,109	1969	0,052320	0,0325	0,95
M-N	1	0,037	1,14	%	20,6	0,0000363	0,109	1969	0,052320	0,0325	1,09
N-O	2	0,073	1,14	%	20,6	0,0000726	0,218	3937	0,026160	0,0408	5,46
O-P	3	0,110	1,14	%	20,6	0,0001089	0,327	5906	0,017440	0,0361	10,87
P-Q	4	0,147	2,30	%	20,6	0,0001452	0,436	7875	0,013080	0,0333	35,98
Q-R	7	0,256	5,15	1"	26,8	0,0002541	0,450	10592	0,012650	0,0307	60,93
R-S-I	7	0,256	1,67	1"	26,8	0,0002541	0,450	10592	0,012650	0,0307	19,76
R-T-I	7	0,256	4,45	1"	26,8	0,0002541	0,450	10592	0,012650	0,0307	52,65
I-A	7	0,256	2,36	1"	26,8	0,0002541	0,450	10592	0,012650	0,0307	27,92

Taula 63-Pèrdues de càrrega contínues per cada tram de circuit primari



### 3.1.16.2. Pèrdues de càrrega singulars

Les pèrdues de càrrega singular estan associades a tots els elements que no són canonada i pels quals el fluid també fa el seu recorregut. Aquests elements, que fan que el fluid perdi la seva uniformitat, són vàlvules, colzes, canvis de direcció i canvis de secció entre d'altres.

El càlcul rigorós de les pèrdues de càrrega equivalent pot ser un tema complex. Tenint en compte la instal·lació dissenyada en el present projecte es determina emprar un mètode senzill, en aquest cas s'emprarà el mètode de la longitud equivalent.

Aquest mètode consisteix en substituir l'element per una longitud equivalent de tub, originant així la mateixa pèrdua per fregament. La longitud equivalent de cadascun dels elements de la instal·lació es pot trobar en taules. Per al càlcul d'aquest apartat s'utilitzaran els valors de la Taula 64.



Ruben Ferrer Amorós  
Ruben Caballero Lopez



Clase de resistencia aislada		Diámetros nominales de las tuberías									
		3/8 10	1/2 15	3/4 20	1 25	1 1/4 32	1 1/2 40	2 50	2 1/2 65	3 80	4 100
	manguito de unión	0,00	0,00	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,09	0,12	0,15
	cono de reducción	0,20	0,30	0,50	0,65	0,85	1,00	1,30	2,00	2,30	3,00
	codo o curva de 45°	0,20	0,34	0,43	0,47	0,56	0,70	0,83	1,00	1,18	1,25
	curva de 90°	0,18	0,33	0,45	0,60	0,84	0,96	1,27	1,48	1,54	1,97
	codo de 90°	0,38	0,50	0,63	0,76	1,01	1,32	1,71	1,94	2,01	2,21
	"te" de 45°	1,02	0,84	0,90	0,96	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70
	"te" arqueada o de curvas ("pantalones")	1,50	1,68	1,80	1,92	2,40	3,00	3,60	4,20	4,80	5,40
	"te" confluencia de ramal (paso recto)	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90
	"te" derivación a ramal	1,80	2,50	3,00	3,60	4,10	4,60	5,00	5,50	6,20	6,90
	válvula retención de batiente de pistón	0,20 1,33	0,30 1,70	0,55 2,32	0,75 2,85	1,15 3,72	1,50 4,67	1,90 5,75	2,85 6,91	3,40 8,40	4,85 11,1
	válvula retención paso de escuadra	5,10	5,40	6,50	8,50	11,50	13,0	16,5	21,0	25,0	36,0
	válvula de compuerta abierta	0,14	0,18	0,21	0,26	0,36	0,44	0,55	0,69	0,81	1,09
	válvula de paso recto y asiento inclinado	1,10	1,34	1,74	2,28	2,89	3,46	4,53	5,51	6,69	8,80
	válvula de globo	4,05	4,95	6,25	8,25	10,8	13,0	17,0	21,0	25,0	33,0
	válvula de escuadra o ángulo (abierta)	1,90	2,55	3,35	4,30	5,60	6,85	8,60	11,1	13,7	17,1
	válvula de asiento de paso recto	-	3,40	3,60	4,50	5,65	8,10	9,00	-	-	-
	intercambiador	-	-	-	2,1	5	12,5	13,2	14,2	25	-
	radiador	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,75	6,50	7,00	7,50
	radiador con valvulería	3,75	4,40	5,25	6,00	6,75	7,50	8,80	10,10	11,40	12,70
	caldera	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,75	6,50	7,00	7,50
	caldera con valvulería	3,00	4,20	4,90	5,60	6,30	7,00	8,00	8,75	9,50	10,00
	contador general individual o divisionario	4,5 m c.a. 10 m c.a.									

Taula 64-Longituds equivalents pels diferents elements [17]



Coneguda la longitud equivalent d'un accessori, es pot calcular la pèrdua de càrrega que origina  $H_{r \text{ singular}}$ , aplicant l'Equació 58, substituint la longitud  $L$  de la canonada per la longitud equivalent  $L_E$ , s'obté l'Equació 65:

$$H_{r \text{ singulars}} = f \cdot \frac{L_E \cdot v^2}{d \cdot 2 \cdot g}$$

Equació 65

Els resultats del càlcul de les pèrdues singulars, s'obtenen a la Taula 65.

Tram	Singularitat	$L_E$ (m)	Nº Singularitats	$H_{r \text{ singulars 1}}$ (mm.ca)	TOTAL (mm.ca)
A-B	Vàlvula tall	1,74	1	16,59	18,50
	Derivació en T	0,2	1	1,91	
L-Q	Vàlvula tall	1,74	1	16,59	35,09
	Derivació en T	0,2	1	1,91	
	Vàlvula equilibrat	1,74	1	16,59	
A-E	Vàlvula tall	1,74	1	29,49	40,17
	Colze 90 °	0,63	1	10,68	
P-Q	Vàlvula tall	1,74	1	29,49	69,67
	Vàlvula equilibrat	1,74	1	29,49	
	Colze 90 °	0,63	1	10,68	
Q-R	Vàlvula antiretorn	2,85	1	51,64	92,78
	Colze 90 °	0,76	2	27,54	
	Eixample diàmetre	0,45	1	8,15	
	Derivació amb T	0,3	1	5,44	
R-S-I	Vàlvula equilibrat	2,28	2	82,63	296,10
	Vàlvula antiretorn	2,85	2	103,29	
	Vàlvula tall	2,28	2	82,63	
	Colze 90 °	0,76	2	27,54	
R-T-I	Vàlvula equilibrat	2,28	2	82,63	192,81
	Vàlvula tall	2,28	2	82,63	
	Colze 90 °	0,76	2	27,54	
I-A	Derivació amb T	0,3	1	5,44	141,16
	Reducció diàmetre	0,65	1	11,78	
	Vàlvula tall	2,28	3	123,95	

Taula 65-Pèrdues de càrrega singulars per cada tram de circuit primari



### 3.1.16.3. Pèrdues de càrrega singulars d'altres elements

Altres elements a tenir en compte en el càlcul de pèrdues singulars són els captadors solars i els serpentins del circuit. Aquestes pèrdues es determinen o bé mitjançant la informació que dona el fabricant, o bé càlculs particulars per a cada element.

La pèrdua de càrrega que es dona en un col·lector solar Takama T2-Inox Tridimensional és de 25 mm.c.a. segons [276]. Aquest valor es tindrà en compte en els trams que contenen un col·lector solar entremig, com són: B - L, C - K, D - J, H - M, G - N, F - O, E - P.

La pèrdua de càrrega que té lloc en un serpentí de bescanvi no es tenen dades, però sí que es pot fer una aproximació si es coneix la superfície de bescanvi  $S_b$  i el diàmetre del tub del serpentí  $d_{SP}$ , per trobar la longitud del serpentí  $L_{SP}$ , d'aquesta manera es poden calcular les pèrdues en el serpentí com si es tractés d'un tram recte de canonada, com es mostra a l'Equació 66.

$$L_{SP} = \frac{S_b}{\pi \cdot d_{SP}}$$

Equació 66

On:

$L_{SP}$ , longitud equivalent del serpentí de bescanvi, metres.

$S_b$ , superfície de bescanvi del serpentí, m<sup>2</sup>.

$d_{SP}$ , diàmetre del serpentí de bescanvi, metres.

A la Taula 66 es mostren els resultats del càlcul de les pèrdues de càrrega en els serpentins de bescanvi dels dipòsits.

Tram	$\dot{m}$ (kg/s)	$S_b$ (m <sup>2</sup> )	$d_{sp}$ (m)	$L_{sp}$ (m)	$v$ (m/s)	Re	f	$H_r$ singulars 2 (mmca)
Dipòsit ACS R - S - I	0,256	0,95	26,8	11,28	0,45	10592	0,03066	133,50
Dipòsit de calefacció R - T - I	0,256	2,50	26,8	29,69	0,45	10592	0,03066	351,32

Taula 66-Pèrdues de càrrega singulars degudes als serpentins de bescanvi

### 3.1.16.4. Pèrdues de càrrega totals

Un cop calculades les pèrdues de càrrega contínues i singulars de cada tram i les pèrdues en els col·lectors i serpentins de bescanvi, s'obté la Taula 67, on es mostren les pèrdues de càrrega totals.

Tram	H <sub>r</sub> contínues (mm.ca)	H <sub>r</sub> singulars 1 (mm.ca)	H <sub>r</sub> singulars 2 (mm.ca)	H <sub>r</sub> TOTAL (mm.ca)
A-B	17,16	18,50	0	35,66
B-C	5,46	0,00	0	5,46
C-D	1,09	0,00	0	1,09
B-L	0,95	0,00	25	25,95
C-K	0,95	0,00	25	25,95
D-J	0,95	0,00	25	25,95
J-K	1,09	0,00	0	1,09
K-L	5,46	0,00	0	5,46
L-Q	11,54	0,00	0	11,54
A-E	45,05	0,00	0	45,05
E-F	10,87	92,78	0	103,65
F-G	5,46	0,00	0	5,46
G-H	1,09	0,00	0	1,09
H-M	0,95	0,00	25	25,95
G-N	0,95	296,10	25	322,05
F-O	0,95	0,00	25	25,95
E-P	0,95	0,00	25	25,95
M-N	1,09	0,00	0	1,09
N-O	5,46	192,81	0	198,27
O-P	10,87	0,00	0	10,87
P-Q	35,98	0,00	0	35,98
Q-R	60,93	141,16	0	202,10
R-S-I	19,76	0,00	133,50	153,26
R-T-I	52,65	0,00	351,32	403,97
I-A	27,92	0,00	0	27,92
<b>TOTAL (mm.c.a)</b>	<b>1726,78</b>			

Taula 67-Pèrdues de càrrega totals de cada tram de circuit primari





### 3.1.17. Selecció de la bomba de circulació

La funció que té la bomba de circulació, com diu la pròpia paraula, serà fer circular el fluid caloportador (aigua + propilenglicol) per tot el circuit primari, compensant les pèrdues de càrrega, és a dir, la resistència al moviment del fluid dels diferents accessoris que formen la instal·lació. En el sistema de circulació forçada el fluid s'aturarà quan deixi de funcionar la bomba.

Per tal de seleccionar la bomba de circulació del circuit primari cal conèixer quin és el camí més desfavorable, el que oferirà més resistència al pas del fluid caloportador, perquè la pèrdua de càrrega que tingui lloc en ell serà la que haurà de vèncer la bomba de circulació.

Observant el valors de pèrdues de càrrega obtinguts a [281], s'arriba a la conclusió que el camí més desfavorable és quan s'utilitza la instal·lació en temporada d'hivern, és a dir, subministrament d'ACS i per calefacció, ja que passa pels 7 captadors i té el recorregut més llarg. En aquest cas, les pèrdues de càrrega prenen un valor d' aproximadament 1727 mm.c.a.

Es selecciona el grup hidràulic de la marca comercial ROCA model KHS10 Compact per al circuit primari, ja que compleix amb el requisits de la instal·lació. Les seves característiques tècniques es descriuen a la Taula 68.

Grup hidràulic Roca KHS10 Compact		
Potència màxima	65	W
Potència mínima	45	W
Potència econòmica	30	W
Alçada màxima	4,8	m.c.a
Cabal màxim	3,2	m <sup>3</sup> /h
Nombre de velocitats	3	
Alimentació elèctrica	Monofàsic 230	V
Intensitat màxima	0,28	A
Temperatura màxima	100	°C

Taula 68- Característiques tècniques del grup hidràulic



### 3.1.18. Selecció del vas d'expansió

Un vas d'expansió és un element utilitzat en circuits de calefacció d'edificis per absorbir l'augment de volum que es produeix en expandir-se, per escalfament, el fluid portador de calor que conté el circuit.

Els vasos d'expansió poden ser de tipus obert o tancat.

- ✓ Vas d'expansió obert, és un recipient que ha d'estar col·locat a la part més alta de la instal·lació per recollir l'aigua sobrant de l'expansió i tornar quan es refreda el portador de calor.

És important que l'aigua continguda en aquest dipòsit tingui el menor contacte possible amb l'aire, ja que si s'oxigena produiria oxidació dels components de la instal·lació al reintroduir (és molt important no renovar mai o gairebé mai l'aigua continguda en una instal·lació de calefacció).

El vas d'expansió obert ha de tenir, sovint, algun dispositiu que eviti que l'aigua continguda es geli (sistema de recirculació), el que pot passar perquè ha d'estar situat a la part superior per sobre de la zona calefactada (a les instal·lacions que té circulació per bomba, ha d'estar almenys quatre metres per sobre del emissor més alt, per evitar la cavitació a la bomba).

- ✓ Vas d'expansió tancat, està format per dues zones: una en contacte amb el circuit primari de calefacció i per tant plena d'aigua i una segona zona plena d'aire o gas nitrogen és el cas.

Aquestes zones estan separades per una membrana impermeable. Quan l'aigua s'expandeix, augmentant de volum, la membrana cedeix comprimint l'aire i aconseguint una pressió de funcionament estable.

Aquest tipus de vas produeix una sobrepressió al circuit, qüestió que ha d'estar prevista perquè no faci malbé els seus components.

El seu avantatge és que pot estar en el mateix local que les calderes i per tant a l'abric de les gelades.

Generalment s'identifica a les instal·lacions de calefacció per estar pintat de color taronja i tenir forma de bombona, aquest està col·locat a la part posterior o davantera de les calderes murals i formant part de la instal·lació en les calderes amb suport de peu.

Així doncs caldrà determinar el volum mínim del vas d'expansió de la instal·lació, de tipus tancat. El seu disseny segons [18], es realitzarà d'acord amb la [19], que fa referència al disseny i càlcul dels sistemes d'expansió.

### 3.1.18.1. Mètode de càlcul

Inicialment cal determinar el volum de fluid contingut a la instal·lació (V). Coneixent el volum en litres expansionats per 1 kg d'aigua a diferents temperatures, partint d'una temperatura d' emplenat de 4 °C segons [19], pot utilitzar-se l'Equació 67 següent per al càlcul del coeficient d'expansió de l'aigua:

$$C_e = \frac{3,24 \cdot T^2 + 102,13 \cdot T - 2708,3}{1000000}$$

*Equació 67*

On:

$C_e$  , coeficient d'expansió de l'aigua a una certa temperatura.

$T$  , temperatura de l'aigua, °C.

D'aquesta forma s'obtenen el resultats de  $C_e$ , a la Taula 69.

Temperatura (° C)	$C_e$
40	0,0066
50	0,0105
60	0,0151
70	0,0203
80	0,0262
90	0,0327

Taula 69-Volum d'expansió per 1 kg d'aigua a diferents temperatures

La capacitat mínima del vas d'expansió haurà de ser igual al volum V. L'Equació 68 que relaciona aquests paràmetres ve donada per la següent expressió:

$$\Delta V = V \cdot C_e$$

Equació 68

El volum total de fluid de la instal·lació (V) serà la suma del contingut a les canonades i del contingut en altres elements del sistema, com dipòsits, col·lectors solars, etc.

El volum mig contingut per metre lineal de canonada, es mostra a la Taula 70.

Diàmetre	Contingut (m <sup>3</sup> )
$\frac{3}{8}$	0,13
$\frac{1}{2}$	0,20
$\frac{3}{4}$	0,39
1	0,64
1- $\frac{1}{4}$	0,96
1- $\frac{1}{2}$	1,34
2	2,29

Taula 70-Volum mig per metre lineal de canonada



Al circuit hidràulic del circuit primari hi circula el fluid caloportador, barreja d'aigua i anticongelant, s'obté  $\beta$  (coeficient de dilatació), a partir de l'Equació 69:

$$\beta = \frac{\Delta V}{\Delta V \cdot V_1} = \frac{V_2 - V_1}{(T_2 - T_1) \cdot V_1} = \frac{\frac{m}{\rho_2} - \frac{m}{\rho_1}}{(T_2 - T_1) \cdot \frac{m}{\rho_1}} = \frac{\frac{\rho_1}{\rho_2} - 1}{(T_2 - T_1)}$$

Equació 69

On:

$\beta$  , coeficient de dilatació volumètrica del propilenglicol,  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ .

$\rho_1$  , densitat per una  $T_1$  ,  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

$\rho_2$  , densitat per una  $T_2$  ,  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

$T_1$  , una certa temperatura,  $^{\circ}\text{C}$ .

$T_2$  , una certa temperatura,  $^{\circ}\text{C}$ .

A partir de dos punts de referència, per exemple  $20^{\circ}\text{C}$  i  $90^{\circ}\text{C}$ , obtenim les seves corresponents densitats  $\rho_1 = 1036,24 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  i  $\rho_2 = 988,95 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  segons la Taula 71 de propietats de barreges propilenglicol – aigua.



Ruben Ferrer Amorós  
Ruben Caballero Lopez



Temperature, °C	Concentrations in Volume Percent Propylene Glycol								
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
-35						1072.92	1079.67	1094.50	1092.46
-30						1071.31	1077.82	1090.85	1088.82
-25					1062.11	1069.58	1075.84	1087.18	1085.15
-20					1060.49	1067.72	1073.74	1083.49	1081.46
-15				1050.43	1058.73	1065.73	1071.51	1079.77	1077.74
-10			1039.42	1048.79	1056.85	1063.61	1069.16	1076.04	1074.00
-5		1027.24	1037.89	1047.02	1054.84	1061.37	1066.69	1072.27	1070.24
0	1013.85	1025.84	1036.24	1045.12	1052.71	1059.00	1064.09	1068.49	1066.46
5	1012.61	1024.32	1034.46	1043.09	1050.44	1056.50	1061.36	1064.68	1062.65
10	1011.24	1022.68	1032.55	1040.94	1048.04	1053.88	1058.51	1060.85	1058.82
15	1009.75	1020.91	1030.51	1038.65	1045.52	1051.13	1055.54	1057.00	1054.96
20	1008.13	1019.01	1028.35	1036.24	1042.87	1048.25	1052.44	1053.12	1051.09
25	1006.40	1016.99	1026.06	1033.70	1040.09	1045.24	1049.22	1049.22	1047.19
30	1004.54	1014.84	1023.64	1031.03	1037.18	1042.11	1045.87	1045.30	1043.26
35	1002.56	1012.56	1021.09	1028.23	1034.15	1038.85	1042.40	1041.35	1039.32
40	1000.46	1010.16	1018.42	1025.30	1030.98	1035.47	1038.81	1037.38	1035.35
45	998.23	1007.64	1015.62	1022.24	1027.69	1031.95	1035.09	1033.39	1031.35
50	995.88	1004.99	1012.69	1019.06	1024.27	1028.32	1031.25	1029.37	1027.34
55	993.41	1002.21	1009.63	1015.75	1020.72	1024.55	1027.28	1025.33	1023.30
60	990.82	999.31	1006.44	1012.30	1017.04	1020.66	1023.19	1021.27	1019.24
65	988.11	996.28	1003.13	1008.73	1013.23	1016.63	1018.97	1017.19	1015.15
70	985.27	993.12	999.69	1005.03	1009.30	1012.49	1014.63	1013.08	1011.04
75	982.31	989.85	996.12	1001.21	1005.24	1008.21	1010.16	1008.95	1006.91
80	979.23	986.44	992.42	997.25	1001.05	1003.81	1005.57	1004.79	1002.76
85	976.03	982.91	988.60	993.17	996.73	999.28	1000.86	1000.62	998.58
90	972.70	979.25	984.65	988.95	992.28	994.63	996.02	996.41	994.38
95	969.25	975.47	980.57	984.61	987.70	989.85	991.06	992.19	990.16
100	965.68	971.56	976.36	980.14	983.00	984.94	985.97	987.94	985.91
105	961.99	967.53	972.03	975.54	978.16	979.90	980.76	983.68	981.64
110	958.17	963.37	967.56	970.81	973.20	974.74	975.42	979.38	977.35
115	954.24	959.09	962.97	965.95	968.11	969.45	969.96	975.07	973.03
120	950.18	954.67	958.26	960.97	962.89	964.03	964.38	970.73	968.69
125	945.99	950.14	953.41	955.86	957.55	958.49	958.67	966.37	964.33

Note: Density in kg/m<sup>3</sup>.

Taula 71-Propietats de mescles propilenglicol - aigua

A partir de l'Equació 69, s'obté  $\beta$ , el coeficient de dilatació volumètrica del propilenglicol, essent el seu valor  $\beta_{\text{propilenglicol}} = 6,8312 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ .

El coeficient de dilatació volumètrica de l'aigua, s'obté segons [7], i el seu valor és  $\beta_{\text{aigua}} = 2,1 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ .

Per calcular la variació de volum de la mescla aigua - propilenglicol, cal fer una mitjana ponderada tenint en compte el percentatge en volum de cadascun dels components segons l'Equació 70:

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta V_a + \Delta V_p}{V} = \Delta T \cdot \left( \frac{\beta_a \cdot V_a}{V} + \frac{\beta_p \cdot V_p}{V} \right) = (T_{\max} - T_{\min}) \cdot (\beta_a \cdot \int_a^{\text{VOL}} + \beta_p \cdot \int_p^{\text{VOL}})$$

Equació 70



On:

$\int_a^{VOL}$ , fracció volumètrica d'aigua, segons la Taula 62, de valor 0,65.

$\int_p^{VOL}$ , fracció volumètrica propilenglicol, segons la Taula 62, de valor 0,35.

Per determinar  $T_{\max}$  i  $T_{\min}$  de la mescla anticongelant, sabent que la vàlvula de seguretat no actuarà fins que el fluid bulli a 102,8 °C segons la Taula 42, s'establirà  $T_{\max}$  en aquest valor.

Pel que fa a  $T_{\min}$ , segons deferents referències tècniques, s'estableix en 4 °C, temperatura a la qual l'aigua està en el seu volum mínim.

A partir de l'Equació 70 s'obté que  $\frac{\Delta V}{V} = 0,0371$

Caldrà determinar el volum total de fluid a la instal·lació. Aquest càlcul es detalla a la Taula 72, i es desglossa en el volum particular que contenen les canonades i el volum que contenen els col·lectors solars més el volum dels intercanviadors dels dipòsits d'ACS i calefacció.

<b>Canonada de Cu</b>	1"	13,63	8,74
<b>Canonada de Cu</b>	¾"	26,59	10,32
<b>Bescanviador d'ACS</b>	6,4		
<b>Bescanviador de calefacció</b>	18,9		
<b>Col·lectors solars</b>	7	1,5	10,5
<b>TOTAL (litres)</b>			54,86

Taula 72-Volum total de fluid del circuit primari

Finalment s'obtindrà l' increment de volum del fluid caloportador, mitjançant l'Equació 71

$$\Delta V = V \cdot \frac{\Delta V}{V}$$

Equació 71

El resultat és de  $\Delta V = 1,979$  litres

El volum mínim del vas d'expansió, segons [3], ha de ser el 6% del volum total de fluid del circuit. Per tant, si el volum del circuit primari és de 54,86 litres, el volum del vas d'expansió serà de com a mínim 3,29 litres.

Per la instal·lació d'aquest projecte, a partir de diferents ofertes al mercat, s'escull un vas d'expansió de Salvador Escoda 5 CMF de 5 litres de capacitat.

### 3.1.19. Càlcul de l'aïllament de les canonades

La finalitat d'aquest apartat és el càlcul de l'espessor d' aïllament adequat en els diferents trams de canonades que conformen la instal·lació. La funció principal de l' aïllament, serà evitar la pèrdua de calor, i per tant d'energia, a través del circuit abans d'arribar al seu destí, així com la de protegir superfícies calentes de possible contacte.

Segons l'apèndix 3.1 de [3], cal tenir en compte les següents consideracions:

- ✓ Aïllar tèrmicament els components d'una instal·lació, i per tant les canonades, pels que circulin fluids a temperatures superiors a 40 °C en que les canonades es trobin en locals no calefactats.
- ✓ Els espessors mínims d'aïllament per materials aïllants amb una conductivitat tèrmica de referència de  $0,04 \frac{W}{m \cdot ^\circ C}$  a 20 °C, segons temperatures màximes i diàmetres exteriors de la canonada, segons es pot observar a la Taula 73.





Fluido interior caliente				
Diámetro exterior (1) mm	Temperatura del fluido(2) °C			
	40 a 60	66 a 100	101 a 150	151 a 200
$D \leq 35$	20	20	30	40
$35 \leq D \leq 60$	20	30	40	40
$60 \leq D \leq 90$	30	30	40	50
$90 \leq D \leq 140$	30	40	50	50
$140 \leq D$	30	40	50	60

Taula 73-Espessors mínims d' aïllament de referència per canonades.

L'aïllament que es col·locarà sobre les canonades d'aquesta instal·lació pertany a la marca Isocell, distribuït per Salvador Escoda, i amb una conductivitat tèrmica a 10 °C i 40 °C de  $0,0036 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$  i  $0,0039 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$  respectivament.

Per poder obtenir la conductivitat tèrmica a 20 °C, serà necessària la interpolació mitjançant l'Equació 72 següent:

$$\lambda_{20^\circ\text{C}} = \lambda_{10^\circ\text{C}} + (20 - 10) \cdot \frac{\lambda_{40^\circ\text{C}} - \lambda_{10^\circ\text{C}}}{(40 - 10)}$$

Equació 72

Així s'obté una conductivitat tèrmica de l'aïllament a 20 °C de  $\lambda_{20^\circ\text{C}} = 0,037 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ .

Coneguda la conductivitat tèrmica de l'aïllament a 20 °C, es pot determinar l'espessor mínim que caldrà col·locar així com tipus d'aïllament segons el tram o part de la instal·lació Taula 74, a partir de l'Equació 73, tenint en compte les indicacions [3], en que en canonades exteriors s'incrementa en 10 mm l'espessor d'aïllant pertinent.

$$e = \frac{d_i}{2} \cdot \left[ \exp \left( \frac{\lambda}{\lambda_{ref}} \cdot \ln \left( \frac{d_i + 2 \cdot e_{ref}}{d_i} \right) \right) - 1 \right]$$

Equació 73



On:

$e$ , espessor mínim d' aïllament, m.

$e_{ref}$ , espessor mínim d' aïllament de referència segons Taula 73, m.

$d_i$ , diàmetre interior d' aïllament igual al diàmetre exterior de la canonada, m.

$\lambda$ , conductivitat tèrmica a 20 °C de l'aïllament,  $W/m \cdot ^\circ C$

$\lambda_{ref}$ , conductivitat tèrmica de referència,  $W/m \cdot ^\circ C$

Zona	Local	Diàmetre nominal (")	Diàmetre exterior (mm)	$\lambda_{ref}$ (W/m·°C)	$e_{ref}$ (mm)	$e_{min}$ (mm)	$e_{min}$ (mm)	Tipus aïllament
<b>Circuit primari</b>	Exterior	¾	22,23	0,04	30	26,16	27	1 (22 x 19) + (42 x 9)
	Exterior	1	28,58	0,04	30	26,40	27	1 (28 x 19) + 1 (48 x 9)
<b>Circuit ACS</b>	Exterior	¾	22,23	0,04	30	26,16	27	1 (22 x 19) + (42 x 9)
<b>Calefacció</b>	Exterior	1	28,58	0,04	30	26,40	27	1 (28 x 19) + 1 (48 x 9)

Taula 74-Espessor mínim i tipus d' aïllament segons la zona

### 3.1.20. Dimensionat de la canonada de buidat

En les instal·lacions, els circuits, especialment els tancats, cal dissenyar-los de manera que quan calgui es puguin buidar parcial o totalment. Segons [20] estableix un diàmetre mínim de canonada de buidat de 15 mm, i que serà major en funció de la potència dels generadors de calor, segons la Taula 75.

En aquesta instal·lació, la potència màxima del circuit no serà superior a 50 kW, i per tant el diàmetre suficient de la canonada de buidat serà de 15 mm.

Potència màxima del circuit (kW)	Diàmetre mínim (mm)
$P < 50$	15
$50 < P < 150$	20
$150 < P < 500$	25
$500 < P$	32

*Taula 75-Diàmetres mínims de la canonada de buidat en funció de la potència màxima del circuit*

### 3.1.21. Càlcul de l'estalvi d'emissions de CO<sub>2</sub>

La instal·lació dissenyada en aquest projecte, d'un sistema solar per ACS i calefacció en una casa unifamiliar a Lleida, a més d'un estalvi energètic i econòmic.

L'energia produïda durant un any per la instal·lació solar tèrmica, i per tant estalviada, es mostra a la següent Taula 76:

Mes	Q <sub>CAL</sub> (MJ/mes)	Q <sub>ACS</sub> (MJ/mes)
Gener	4013	538
Febrer	6605	763
Març	6558	791
Abril	5574	683
Maig	0	648
Juny	0	598
Juliol	0	648
Agost	0	721
Setembre	0	729
Octubre	3931	736
Novembre	3477	538
Desembre	2039	474
<b>Q<sub>TOTAL ANUAL</sub> (MJ/any)</b>	<b>40063</b>	

*Taula 76-Energia produïda per la instal·lació solar durant l'any*

Segons la Taula 77, es presenta el càlcul de la quantitat de CO<sub>2</sub> que es deixaran d'emetre. La Unió Europea es va comprometre a la cimera de Kyoto de 1997 a reduir les seves emissions d'efecte hivernacle l'any 2012 fins a una xifra un 8% inferior a la de 1990, amb l' anomenat Protocol de Kyoto que és, avui dia, el compromís internacional més seriós per intentar lluitar contra el canvi climàtic antropogènic.

Per aconseguir-ho, i segons l' establert al protocol, la Unió Europea es considera tota com una unitat, però, els percentatges que cada estat haurà de variar en les seves emissions l'any 2012 respecte a les de 1990 són variables.



<b>Combustible</b>	Gas natural
<b>Factor d'emissió de CO<sub>2</sub> (kg/GJ)</b>	55,5
<b>Estalvi energètic anual (kg)</b>	40063
<b>CO<sub>2</sub> estalviat anualment (kg)</b>	2224
<b>Estalvi emissions de CO<sub>2</sub> per 20 anys (kg)</b>	44470
<b>Equivalència amb arbres CO<sub>2</sub> per 20 anys</b>	809

Taula 77-Equivalència d'estalvi d'emissions de CO<sub>2</sub> en la instal·lació solar per calefacció i ACS

Aquest factor d'equivalència s'obté de l'estalvi de les emissions de CO<sub>2</sub> entre la quantitat que s'estalvia per arbre.

### 3.1.22. Estudi de viabilitat econòmica

L'estudi de viabilitat es realitzarà amb el càlcul del Payback o període de retorn. El període de retorn del capital invertit és el temps que transcorre des de la realització de la inversió inicial fins que l'estalvi produït l'amortitza. Aquest concepte permet determinar si la instal·lació projectada produeix algun estalvi en relació als costos que suposa la seva inversió i explotació.

Abans de realitzar l'estudi de viabilitat econòmica cal definir la inversió real a tenir en compte. En el present projecte es tindran en compte els imports següents:

- ✓ Pressupost general de la partida 1: energia solar.
- ✓ Pressupost general de la partida 2: ACS.
- ✓ Pressupost general de la partida 3: calefacció.

Per a l'estudi es considera un cost de manteniment anual del 1,5% segons [6] del valor material de la instal·lació, i que va creixent amb els anys amb la mateixa proporció que ho fa el cost de vida, definit per l'índex d'inflació del 2% segons [6].

Per poder avaluar correctament i comparar les quantitats que intervenen en l'estudi s'ha de tenir en compte que els costos variaran. Per això es pren com a

referència el valor del diner en el moment d'efectuar la inversió, traduint totes les quantitats al llarg dels diferents anys al seu valor equivalent corresponent.

El benefici net que proporciona la instal·lació ve donat per l'Equació 74.

$$B = A \sum_1^t \left( \frac{1+c}{1+e_d} \right)^t - M \sum_1^t \left( \frac{1+i}{1+e_d} \right)^t - C$$

Equació 74

On:

$B$  , benefici net, €.

$A$  , estalvi anual en el cost del combustible, €.

$M$  , cost del manteniment durant el primer any, €.

$C$  , cost de la inversió, €.

$e_d$  , interès del diner, 4%..

$i$  , valor de la inflació anual, 2%..

$c$  , increment de preus dels combustibles cada any.

$t$  , nombre d'anys.

Així doncs l'estalvi anual vindrà donat per l'Equació 75.

$$A = A_{ACS} + A_{calefacció}$$

Equació 75

On:

$A$  , estalvi anual.

$A_{ACS}$  , estalvi de gas natural destinat a ACS.

$A_{calefacció}$  , estalvi de gas natural destinat a calefacció.

Segons els càlculs la pàgina [263], la instal·lació solar aporta el 82,11% de la necessitat d'ACS calculada a partir de les dades d'ocupació, temperatures, etc.

Per aigua calenta sanitària, es considerarà en primer lloc la demanda energètica mensual i en segon lloc l'energia mensual proporcionada per la instal·lació solar.

L'estalvi mensual per l'aigua calenta sanitària,  $A_{ACS \text{ mensual}}$ , serà  $Q_{ACS}$  quan l'energia solar aportada sigui menor que la demandada.

La fracció d'energia aportada per la instal·lació sigui major que la demandada, fet que s'ha tingut en compte en els càlculs de la pàgina [263], de la fracció d'energia aportada per la instal·lació.

$$A_{ACS} = \begin{cases} L_{ACS} & \text{si } L_{ACS} < Q_{ACS} \\ Q_{ACS} & \text{si } L_{ACS} > Q_{ACS} \end{cases}$$

L'estalvi en gas per calefacció també s'obté del càlcul de  $Q_{CAL}$ , energia subministrada per la instal·lació solar, i per tant estalviada, s'ha tingut en compte segons el *mètode de les corbes-f* de la pàgina [248].

Els resultats de l'energia produïda anualment per la instal·lació solar per ACS i per calefacció s'agrupen en la Taula 76.



Així doncs s'obtenen els valors resultants a la Taula 78.

	MJ/any	kWh
<b>Q<sub>TOTAL CALEFACCIO ANUAL</sub></b>	32197	8943
<b>Q<sub>TOTAL ACS ANUAL</sub></b>	7867	2185
<b>Q<sub>TOTAL ANUAL (MJ/any)</sub></b>	40063	11129

Taula 78-Resum de valors de Q

A partir de l' Equació 76.

$$A = 1,18 \cdot \left[ \left( \frac{p_e}{\eta_e} \cdot Q_{Total \text{ anual}} \right) \right]$$

Equació 76

On:

$p_e$  , preu de l'energia.

$\eta_e$  , rendiment de la caldera.

IVA, impost sobre el valor afegit, 18%.

Els valors dels diferents paràmetres que intervenen en el càlcul del període de retorn s'obtenen a la Taula 79 .

Paràmetre	Valor en consideració
<b>C, sense subvenció (€)</b>	14.548,56,73
<b>C, amb subvenció (€)</b>	9.101,58
<b>M, sense subvenció (€)</b>	218,23
<b>M, amb subvenció (€)</b>	136,52
<b>A (€)</b>	909,85
<b>e<sub>d</sub> (-)</b>	0,04
<b>i</b>	0,02
<b>c</b>	0,02
	0,04
	0,06

Taula 79-Paràmetres de càlcul del període de retorn



Els càlculs es realitzaran de dos maneres:

- ✓ Tenint en compte ajuts.
- ✓ No tenint en compte ajuts.

També es calcularà el Payback, o període de retorn, inicialment per a tres diferents increments anuals del preu dels combustibles. D'aquesta manera s'obtenen 6 períodes de retorn possibles, que corresponen a diferents graus de previsió de l'escenari econòmic.

Durant els anys en que el benefici és negatiu, l'estalvi que produeix la instal·lació solar no compensa la inversió. El valor de  $t$  pel qual el benefici net és zero correspon al temps de retorn de la inversió, i des d'aquest any fins al final de la vida útil de la instal·lació, l'estalvi produït es converteix en benefici.

El principal factor que permet la rendibilitat d'una instal·lació solar és la durabilitat i eficàcia durant molts anys. Es considera aproximadament una vida útil de la instal·lació de 20 anys.

Així segons la Taula 80 i la Figura 53, es mostren els resultats del benefici en el transcurs dels 20 anys de vida útil considerada a la instal·lació.



Ruben Ferrer Amorós  
Ruben Caballero Lopez



Benefici net							
Subvenció		NO			SI		
Increment		2%	4%	6%	2%	4%	6%
Any	1	-13.714,14 €	-13.696,64 €	-13.679,15 €	-8.187,03 €	-8.169,53 €	-8.152,04 €
	2	-13.046,64 €	-12.994,48 €	-12.941,66 €	-7.440,94 €	-7.388,78 €	-7.335,95 €
	3	-12.391,98 €	-12.288,33 €	-12.182,00 €	-6.709,19 €	-6.605,55 €	-6.499,21 €
	4	-11.749,90 €	-11.578,26 €	-11.399,89 €	-5.991,52 €	-5.819,88 €	-5.641,51 €
	5	-11.120,17 €	-10.864,35 €	-10.595,06 €	-5.287,65 €	-5.031,82 €	-4.762,54 €
	6	-10.502,56 €	-10.146,67 €	-9.767,22 €	-4.597,31 €	-4.241,42 €	-3.861,98 €
	7	-9.896,82 €	-9.425,29 €	-8.916,07 €	-3.920,25 €	-3.448,73 €	-2.939,50 €
	8	-9.302,73 €	-8.700,29 €	-8.041,30 €	-3.256,21 €	-2.653,78 €	-1.994,78 €
	9	-8.720,06 €	-7.971,74 €	-7.142,59 €	-2.604,94 €	-1.856,62 €	-1.027,47 €
	10	-8.148,60 €	-7.239,70 €	-6.219,64 €	-1.966,20 €	-1.057,29 €	-37,23 €
	11	-7.588,13 €	-6.504,23 €	-5.272,09 €	-1.339,74 €	-255,84 €	976,31 €
	12	-7.038,44 €	-5.765,42 €	-4.299,61 €	-725,32 €	547,70 €	2.013,50 €
	13	-6.499,32 €	-5.023,32 €	-3.301,85 €	-122,72 €	1.353,28 €	3.074,74 €
	14	-5.970,56 €	-4.277,98 €	-2.278,46 €	468,29 €	2.160,86 €	4.160,39 €
	15	-5.451,98 €	-3.529,49 €	-1.229,05 €	1.047,93 €	2.970,42 €	5.270,85 €
	16	-4.943,36 €	-2.777,89 €	-153,26 €	1.616,43 €	3.781,90 €	6.406,53 €
	17	-4.444,53 €	-2.023,25 €	949,30 €	2.174,00 €	4.595,27 €	7.567,83 €
	18	-3.955,29 €	-1.265,63 €	2.079,04 €	2.720,84 €	5.410,50 €	8.755,17 €
	19	-3.475,46 €	-505,07 €	3.236,37 €	3.257,16 €	6.227,55 €	9.968,99 €
	20	-3.004,86 €	258,35 €	4.421,68 €	3.783,18 €	7.046,39 €	11.209,72 €

Taula 80-Resultats del període de retorn de la instal·lació energia solar



Ruben Ferrer Amorós  
Ruben Caballero Lopez

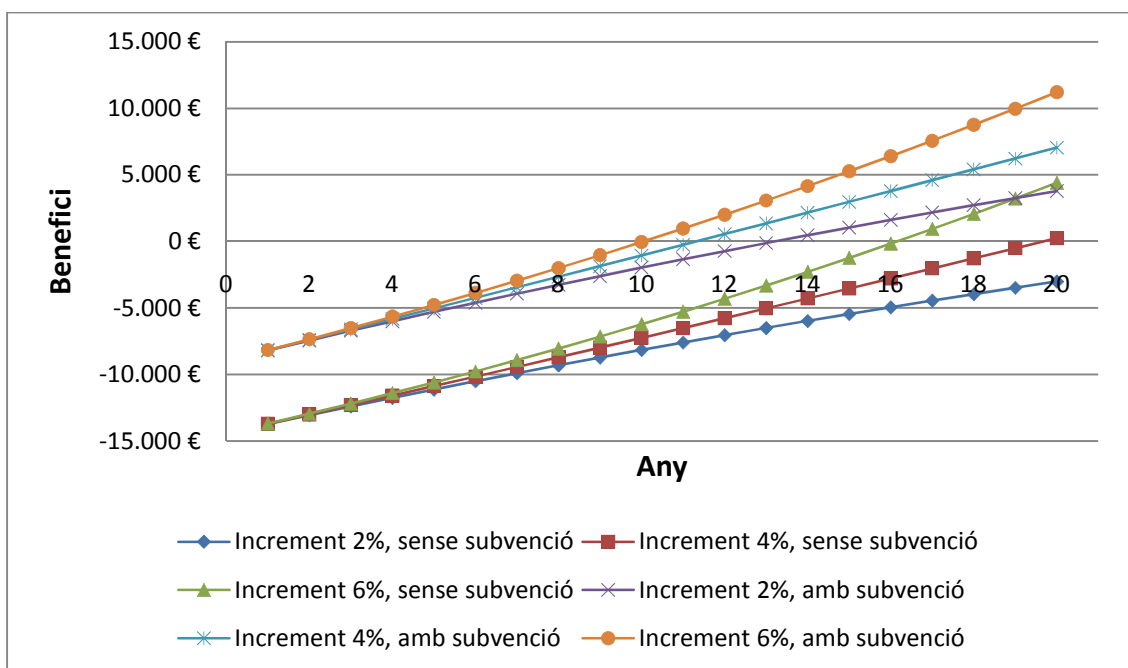


Figura 53- Resultats del període de retorn del cost de la instal·lació solar



## 4. Annex 3

### 4.1. Sistema geotèrmic

#### 4.1.1. Introducció a la geotèrmia

L'energia geotèrmica és aquella que s'obté del calor intern de la terra i pot ser extreta i utilitzada a partir d'aigua, gasos i vapors calents, (excloent els hidrocarburs), o per mitjà de fluids injectats artificialment per aquest fi.

L'energia geotèrmica és l'única energia renovable que no té el seu origen immediat en la radiació solar, sinó en una sèrie de reaccions químiques naturals (desintegració espontània, natural i contínua dels isòtops radioactius que existeixen en molt petita porció en totes les roques naturals, principalment urani, potassi i tori), que tenen lloc a l'interior de la Terra i que produeixen grans quantitats de calor.

Aquesta realitat de vegades es posa de manifest de forma natural i violenta per fenòmens com els vulcanismes o els terratrèmols. És aquesta font de calor la que es pot aprofitar per mitjà de perforacions i transferir aquest calor.

Són varies les teories que tracten d'explicar les elevades temperatures de l'interior de la Terra. Unes creuen que es deu a les elevades pressions existents sota l'escorça terrestre, altres creuen que tenen origen en determinats processos radioactius interns, hi ha també la teoria que ho atribueix a la matèria incandescent que forma l'interior del planeta.

La font de calor que produeix aquesta energia, es troba naturalment al interior de la Terra. De manera molt simplificada, es pot dir que la seva estructura es compon de 3 parts:

- ✓ Nucli, amb un diàmetre aproximat de 3.400 km, format fonamentalment per ferro fos, la seva temperatura supera els 4000 °C.
- ✓ Mantell, corresponent a la zona intermèdia d' aproximadament 2900 km d'espessor, format principalment per ferro i magnesi, amb una



temperatura que varia entre els 800 i 1000 °C, en la seva part exterior, i 4000 °C en la zona de contacte amb el nucli.

- ✓ Escorça, té una espessor que varia entre 5 km, sota els oceans, i de 30 a 65 km en la part continental. Està constituïda fonamentalment per silicats d'alumini (SiAl), en les zones continentals, i per silicat de magnesi (SiMa), sota els oceans. La seva temperatura varia de 15 a 20 °C, a la superfície, fins els 600 o 800 °C, a la zona en contacte amb el mantell.

La calor que prové de l'Interior de la terra es propaga cap a l'escorça terrestre, on existeixen amplies zones tectònicament estables amb determinats gradients geotèrmics, entès com el sostingut augment de la temperatura amb la profunditat, amb un promig de 1 °C cada 33 metres de profunditat.

Al voltant de les zones volcàniques, degut a fenòmens geològics relacionats amb la tectònica de plaques, el flux calòric assoleix valors molt superiors, essent aquests gradients geotèrmics superiors als 20 o 30 °C per cada 100 metres de profunditat.

A diferència d'altres fonts d'energia renovable que depenen directament o indirectament de la influència del Sol, l'energia geotèrmica prové de l'interior del planeta.

El terme "geotèrmica" es refereix a l'energia tèrmica produïda a l'interior de la Terra. Aquesta energia prové d'una dinàmica interna del planeta, que la concentra en llocs molt concrets, on el flux calorífic pot arribar a ser unes deu o quinze vegades més elevat que el normal.

Com a font d'energia és essencialment inexhaurible. Els jaciments geotèrmics, si es gestionen d'una manera correcta, poden mantenir la seva producció d'energia indefinidament.



Es tracta d'ajustar l'extracció de calor a la quantitat que es genera. Un exemple són els banys termals que s'han fet servir durant milers d'anys. Avui en dia l'energia geotèrmica s'aprofita com a font inexhaurible i aprofitant els recursos geotèrmics (tot i la diferent distribució dels recursos geotèrmics en les diferents parts del món) per a l'electricitat (amb pous de gran profunditat) de les següents 3 formes:

- ✓ Vapor directe: s'utilitza en camps geotèrmics de vapor dominant, en el qual el fluid de treball és vapor sobreescalfat o sec, per el qual la seva alimentació és directament cap a la turbina.
- ✓ Vapor indirecte: En els reservoris de líquid dominant, el fluid produït per un pou es una mescla de la fase d'aigua i de la fase de vapor, per la qual, per a la seva alimentació, es necessària la separació de les diferents fases utilitzant u separador ciclònic, essent la fracció de vapor la que s'utilitza com a fluid de treball.
- ✓ Centrals de cicle binari: Utilitzen l'aigua calenta per transferir el calor a un segon líquid que té una temperatura d'evaporació més baixa. Quan aquest líquid s'evapora mou les turbines. Posteriorment es condensa aquest vapor i es reutilitza el líquid de nou.

Aquest sistema és el que té més perspectives de futur. No emet cap tipus de gas, ja que és un cicle tancat, i funciona amb temperatures interiors de 110 a 116°C.

Així l'ús que es fa de l'energia geotèrmica es pot dividir en tres categories, segons la temperatura dels recursos disponibles:

- ✓ Alta temperatura (150-70°C): S'utilitza principalment per a la producció d'energia elèctrica en centrals comentades anteriorment (vapor directe i vapor indirecte).



- ✓ Mitja temperatura (50-110°C): En aquest tipus permetent la utilització de petites centrals elèctriques on la conversió vapor - electricitat es realitza en un percentatge menor, i es fa a través d'un altre fluid (centrals de cicle binari explicades anteriorment). Però el millor aprofitament pot fer-se per mitjà de sistemes urbans de repartiment de calor (District Heating).
- ✓ Baixa temperatura (< 50°C): Utilitzada per sols poc profunds.

#### 4.1.2. Introducció a la geotèrmia de baixa temperatura

Bàsicament aquest tipus d'energia geotèrmica s'utilitza per a la generació d'electricitat o per a processos tèrmics industrials, però la geotèrmia de baixa temperatura o entalpia, utilitza l'energia de sòls poc profunds per calefactar o refrigerar.

El funcionament d'un equip geotèrmic es basa en les propietats naturals de la terra per subministrar calefacció i refrigeració als edificis. La tecnologia consisteix en la utilització de captadors geotèrmics units a la bomba de calor.

Els equips utilitzats normalment són del tipus aigua – aigua o bé aigua – aire de manera que la unitat exterior de l'equip el fluid d'intercanvi és aigua, que cedirà l'energia sobrant o la captarà del terreny segons sigui el mode de funcionament fred o calor.

Aquesta aplicació geotèrmica és indirecta, ja que el que realment s'aprofita del subsòl, és la temperatura constant que té uns metres de distància de la superfície i la seva invariabilitat en funció de les condicions exteriors.

És precisament aquest fet el que fa interessant la utilització d'aquesta energia, ja que al ser la temperatura del terreny pràcticament constant, també ho és la temperatura d'intercanvi en el circuit d'aigua com a conseqüència de la temperatura frigorífica de la bomba, el que implica que el rendiment sigui molt constant durant tota la temporada.



Aquest fet unit a la selecció del captador exterior de manera que el rendiment sigui el suficient alt es el que suposa un estalvi d'energia davant d'un sistema convencional.

El subsòl pot se utilitzat com a font de calor o fred i com a reserva tèrmica, ja que aquest és adequat en rangs de baixes temperatures a causa del volum gran disponible i el valor de temperatura que te molt constant.

Les bombes de calor representen una de les tecnologies mes eficients respecte a la requeriments d'energia primària estalviant entre el 30 i 35% respecte les calderes de combustibles líquid i entre el 20 i 35% respecte a les calderes de combustibles gasosos.

Per tant les bombes de calor es pot dir que contribueixen a reduir l'emissió de gasos contaminats en les àrees residencials. Segons [21] es pot aplicar per a ús tèrmic fins aproximadament 400 metres de profunditat subterrània.

És important conèixer les següents definicions:

- ✓ Captador de calor vertical, és un intercanviador horitzontal o oblic enterrat a un màxim de 5 metres per sota la superfície.
- ✓ Àrea neutra, és l'àrea del subsòl propera a la superfície de la terra on la temperatura no varia mes de 0,1 °C durant l'any. Aquesta usualment es troba al voltant dels 10 o 20 metres de profunditat.
- ✓ Subsòl, és refereix a qualsevol material que es localitza per sota de la superfície de la terra. Per tant inclou roques, minerals, els espais que queden entre aquests que son ocupats per gasos o líquids i també inclou la matèria orgànica com poden ser les arrels.
- ✓ Calor sota el terra, és la temperatura de la superfície de la terra té una mitja mundial de 13 °C, aquesta temperatura es dona degut a l'equilibri entre la energia de la radiació solar, la radiació tèrmica a l'espai, el flux de calor de l'interior de la terra i altres aspectes que la fan variar, com es pot veure a la Figura 54.



A causa del relativament baix flux de calor des de l'interior de la terra (de  $0,05$  a  $0,12 \text{ W/m}^2$  comparat amb fins als  $100 \text{ W/m}^2$  de radiació solar) la seva porció al balanç energètic a la superfície de la terra és bastant petita.

Cada cop que el seu estat natural es modificat per l'extracció o la injecció de calor, aquesta falta o excedent de calor es restablert la transferència de calor. La transferència de calor interior per mitjà de la conducció i convecció (la radiació es ignorada en el subsòl) es alimentat per una varietat de fonts.

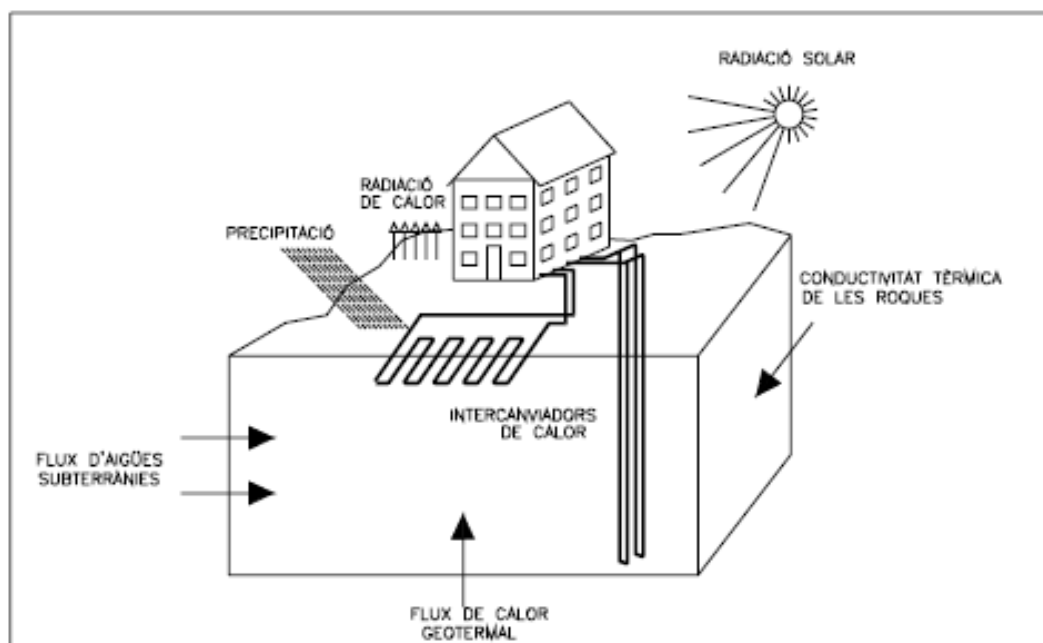


Figura 54-Règim termal en els subsòls

En el cas de la bomba de calor geotèrmica es a dir que es vulgui extraure calor del subsòl, es desitjable que aquest tingui un elevada capacitat de transport tèrmic així serà fàcil d'obtenir el calor desitjat per mitjà de l'intercanvi de calor entre el terra i les canonades.



La capacitat de conducció de calor en un estat estacional es descriu per la seva conductivitat tèrmica  $\lambda$ , expressada en  $W/m \cdot K$ , i en regim transitori intervé la difusivitat tèrmica  $\alpha$ , expressada en  $m^2/s$ . La conductivitat hidràulica de les roques en el subsòl, es determina per transport de calor convectiu.

La capacitat de calor específica ( $\rho \cdot c_p$ ) és important per determinant la capacitat d'emmagatzematge d'energia tèrmica, expressada en  $kJ/m^3 \cdot K$ .

La contribució del flux de calor geotèrmic en el còmput total de balanç tèrmic del subsòl varia bastant en funció de la profunditat. En el cas d'una instal·lació propera a la superfície per sobre de la zona neutral (entre 10 i 20 metres de profunditat aproximadament), la energia utilitzada per a equilibrar el dèficit o excedent tèrmic es basa majoritàriament en la radiació solar i aigua que es filtra i per tan la influència del flux geotèrmic que prové de l'interior de la terra pot ser ignorat.

Solament en profunditats entre 20 i 100 metres s'ha de tenir en compte el flux geotèrmic de l'interior de la terra i a partir del 100 metres de profunditat és quan aquest flux comença a tenir una influència important.

En el disseny d'instal·lacions tèrmiques d'aquest tipus, s'han de diferenciar dos casos:

- ✓ Influències a curt termini (operació de la instal·lació per a treure el màxim valor de transferència d'escalfor).
- ✓ Influències a llarg termini (rendiment de la instal·lació a llarg termini amb una extracció mitjana).

En els dos casos s'ha de tenir en compte el mínim valor d'evaporació de la bomba de calor i els límits de temperatures que depenen del subsòl.



És important diferenciar clarament entre els requisit de calefacció i refredament de l'edificació o el procés d'extreure o injectar calor al subsòl.

L' intercanvi tèrmic té lloc sota terra, per mitjà de centenars de metres de mànega de polietilè d'alta densitat anomenat llaç enterrat. Se sap que la calor és subministrada a la Terra pel Sol de forma continua.

Al voltant del 46% de l'energia que prové del Sol és absorbida per la terra, el 54% restant es reflecteix a l'espai exterior o és absorbida per l'atmosfera terrestre.

Com a conseqüència d'això es pot comprovar que a 4 o 5 metres de profunditat, la temperatura és constant entre 6 °C i 20 °C durant tot l'any depenent de la regió del país i les característiques del sòl.

La tecnologia consisteix en el fet que la terra (per sota de la superfície) es manté a una temperatura relativament constant al llarg de l'any, més calenta que l'aire de sobre durant l' hivern i més fresca a l'estiu, molt semblant al que passa en les caveres.

Les bombes de calor geotèrmiques tenen l'avantatge de transferir la calor acumulada a la Terra cap a l'edificació durant l' hivern, i moure aquesta fora de l'edificació durant l'estiu.

El terra actua com a font de calor a l' hivern i com a absorbidor de calor a l'estiu. Hi ha molts llocs de la terra on es tenen temperatures extremes, però a poca profunditat de la superfície de la terra, aquesta es manté a temperatura constant.

L' intercanviador geotèrmic treballa de manera diferent que una bomba de calor convencional, que utilitza l'aire exterior com a font de calor o com a absorbidor de calor.

Un intercanviador de calor no ha de treballar tan dur (la qual cosa vol dir que gasta menys energia) ja que treu la calor d'una font on la temperatura és moderada.

La temperatura del terra o de l'aigua subterrània, a pocs metres sota la superfície de la terra, es manté constant al llarg de l'any, encara que la temperatura de l'aire exterior fluctuï molt durant les estacions.

El sistema de bomba de calor geotèrmica només consumeix una petita part d'electricitat que utilitza per concentrar la calor o el fred de la natura i fer circular aquesta calor o aquest fred a través de la casa.

La bomba de calor basa la seva tecnologia en la màquina de Carnot. El focus fred o font freda cedeix calor al refrigerant refredant-se, el focus calent absorbeix el calor del refrigerant calentant-se, i el fluid frigorigen recorre un cicle actuant de medi per a l'intercanvi d'energia.

Per la seva part el compressor actua com a l'element que augmenta la pressió absorbint una energia, tal i com es mostra en l'esquema de la Figura 55.

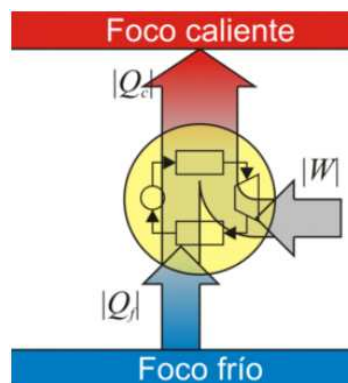


Figura 55-Esquema de funcionament de la màquina de Carnot

El cicle frigorífic d'aquest equip segons [22], i com es pot observar a la Figura 56, que l'energia frigorífica cedida a l'evaporador més l'energia consumida pel compressor és igual a l'energia cedida pel condensador a la font calenta receptora d'aquesta energia

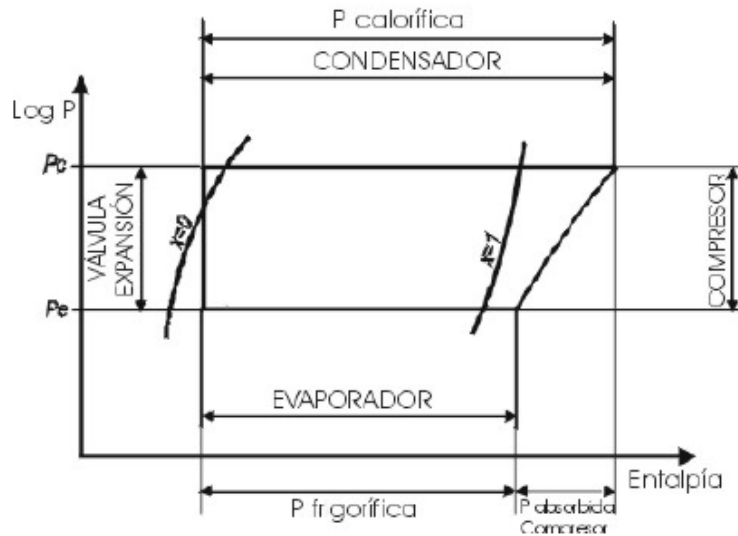


Figura 56-Cicle teòric en el diagrama Pressió – Entalpia de Mollier

Per tant, si s'expressa el rendiment com la potència frigorífica o calorífica obtinguda dividida per la potencia consumida pel compressor s'obté l'Equació 77:

$$COP = \frac{P_{calorífica}}{P_{consumida}} = \frac{P_{frigorífica} + P_{consumida}}{P_{consumida}} = EER + 1$$

Equació 77

On:

$COP$  , Rendiment en mode calor.

$EER$  , Rendiment en mode fred.

$P_{calorífica}$  , Potència calorífica.

$P_{consumida}$  , Potència consumida.

$P_{frigorífica}$  , Potència frigorífica.

Operant amb l'Equació 77 s'obté que el rendiment de l'equip sol depèn de les temperatures del focus fred i el focus calent Equació 78 i Equació 79 respectivament.



Si s'agafa com a exemple una bomba de calor aire – aigua en la que el fluid d'intercanvi en la unitat exterior sigui l'aire exterior, es té que a l'hivern el focus fred seria l'aire exterior, si  $T_f$  disminueix, el rendiment de l'equip disminuirà i com a conseqüència la potència calorífica que produeix serà menor per una mateixa potència absorbida, i per tant resulta, que quan més necessària és la producció de calor menor serà la producció d'aquesta en l'equip.

Aquest fet apareixerà durant tota l'estació i serà més notable en llocs amb temperatures exteriors extremes (zones interiors). Si s'analitza el EER, apareix el mateix problema.

$$COP = \frac{T_c}{T_c - T_f}$$

Equació 78

$$EER = \frac{T_f}{T_c - T_f}$$

Equació 79

On:

$T_f$ , temperatura focus fred.

$T_c$ , temperatura focus calent.

Com a conclusió es pot treure que quan més gran és la temperatura del focus fred i menor la del focus calent, millor rendiment frigorífic s'obté en l'equip, respectant els límits imposats per la vàlvula d'expansió.

Per tant, utilitzant un intercanviador enterrat suficientment gran es poden aconseguir temperatures d'intercanvi molt beneficioses per obtenir un rendiment alt.



### 4.1.3. Disseny de l' intercanviador soterrat

#### 4.1.3.1. Introducció sistema geotèrmic

En l'interior de cada perforació es situen unes canalitzacions en les que es dona l' intercanvi de calor, consistent en una canonada, generalment de polietilè, pel pas del líquid.

Generalment aquest fluid circulant és aigua o bé una solució salina amb una substància anticongelant, per impedir que el fluid solidifiqui si es donen baixes temperatures en la superfície del sòl.

Aquesta fórmula es innòcua per al medi, encara que de totes maneres el fluid en cap moment entra en contacte amb el sòl ja que la canonada està perfectament segellada. Sigui quin sigui el sistema geotèrmic utilitzat el material de reblert i les parets de l'intercanviador provoquen una baixada de les temperatures, que es podria resumir com la resistència tèrmica de la perforació.

Una canonada sota terra només és bona si té una bona connexió amb la terra. Per això les instal·lacions horitzontals requereixen cura a l'hora de tancar les rases.

Quan tapem la terra ha d'estar lliure de pedres afilades que puguin tallar la canonada, i a més la canonada requereix el màxim contacte amb la terra. Alguns instal·ladors utilitzen aigua per trencar els terrossos de terra i assegurar un òptim contacte.

La barreja que es tira conté sorra, una mica de ciment, que ofereix contacte i alta conductivitat tèrmica entre el terra i la canonada. En casos on el sòl és sec o les càrregues de fred són molt altes, alguns instal·ladors afegeixen una mica d'aigua al terra proper a la canonada; així s'assegura un òptim intercanvi de calor a través del terra humit.



#### 4.1.3.2. Selecció de la bomba de calor

La selecció de la bomba de calor es realitza a partir d'un càlcul de càrregues tèrmiques d'acord a les exigències de disseny i dimensionat especificades en el reglament de instal·lacions tèrmiques.

Així sabent que existeix una demanda de 8138,14, es decideix instal·lar la bomba Immosolar IS-SW, que té una potència de 11.300 W, amb un COP de 4,6, la qual extreu una potència del terra de 8.800 W.

#### 4.1.3.3. Selecció de fluid circulant

El fluid circulant per l'intercanviador de calor soterrat serà aigua o aigua amb anticongelant si es preveu en disseny que l'intercanviador geotèrmic pot tindre risc de congelació amb elevat funcionament en calefacció, temperatures fredes de terreny, etc.

Per motius de menor impacte ambiental, així com pel comportament més estable en barreges de propilenglicol i aigua, s'escull el propilenglicol davant l'etilenglicol.

Per determinar el percentatge en pes de propilenglicol en el fluid caloportador, pel circuit primari de la instal·lació, caldrà establir fins quina temperatura cal, que la barreja no congeli.

Segons dades del Servei Meteorològic de Catalunya, la temperatura mínima de Lleida en els últims anys és de -11°C, l'any 2001, segons [4], s'obtenen les taules on es poden apreciar a l'apartat de taules i diagrames de l'annex.

Si a -11°C es resten els 5°C de seguretat, que dicta el document HE-4 d'estalvi d'energia del CTE, la temperatura mínima que haurà de suportar la instal·lació serà -16°C.





A partir de la Taula 42 de propietats de les barreges d'aigua propilenglicol, extretes de [2].

BARREJA PROPILENGLICOL - AIGUA	
Punt de fusió (°C)	-16,4
% en massa de propilenglicol	35
% en volum de propilenglicol	34,4
Densitat (kg/m <sup>3</sup> )	1009
Calor específic (kJ/kg °K)	3,9
Viscositat dinàmica (mPa s)	1,15
Temperatura d'ebullició a 100 kPa (°C)	102,8
Conductivitat tèrmica (w/mK)	0,5

Taula 81-Propietats del fluid caloportador del circuit primari

Segons la Figura 57, es pot establir la relació entre la fracció de propilenglicol que pugui contenir el fluid caloportador i el seu punt de congelació.

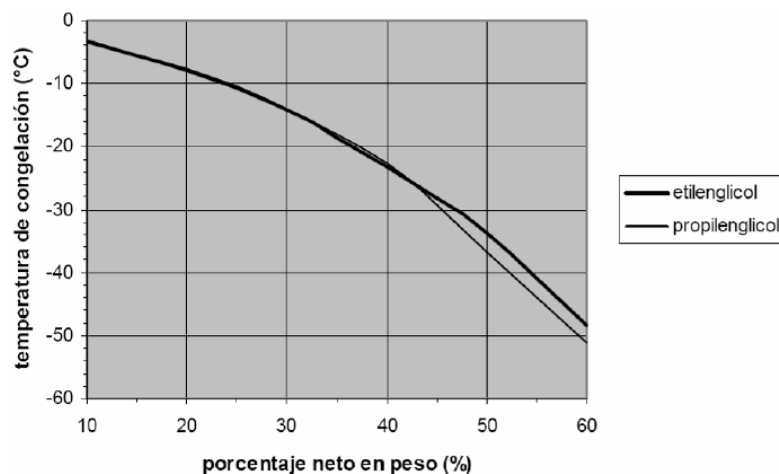


Figura 57-Punt de congelació en funció del percentatge d'anticongelant [3]

#### 4.1.4.4. Cabal de circulació

Per calcular el cabal que circula per les canonades d'extracció, així com per la bomba de calor, s'utilitza l'Equació 80.

$$P_{\text{evaporador}} = Q_m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

Equació 80



On:

$P_{\text{evaporador}}$ , potència extreta del terra, w.

$Q_m$ , cabal màssic,  $\text{kg/s}$ .

$\Delta T$ , increment de temperatura,  $^{\circ}\text{C}$ .

Segons la Figura 58 la temperatura del terra a 90 metres de profunditat en el cas més desfavorable (hivern) és de  $16^{\circ}\text{C}$ . Si considerem que la temperatura de retorn de la bomba és de  $1^{\circ}\text{C}$ , l' increment de temperatura resulta ser de  $15^{\circ}\text{C}$ . Coneguda la potència extreta del terra pel bescanviador  $8.800 \text{ W}$  i la capacitat calorífica del fluid d'intercanvi  $4186 \text{ J/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$ , s'obté que el cabal màssic de la canonada és de  $0,1401 \text{ kg/s}$  o  $0,00014 \text{ m}^3/\text{s}$ .

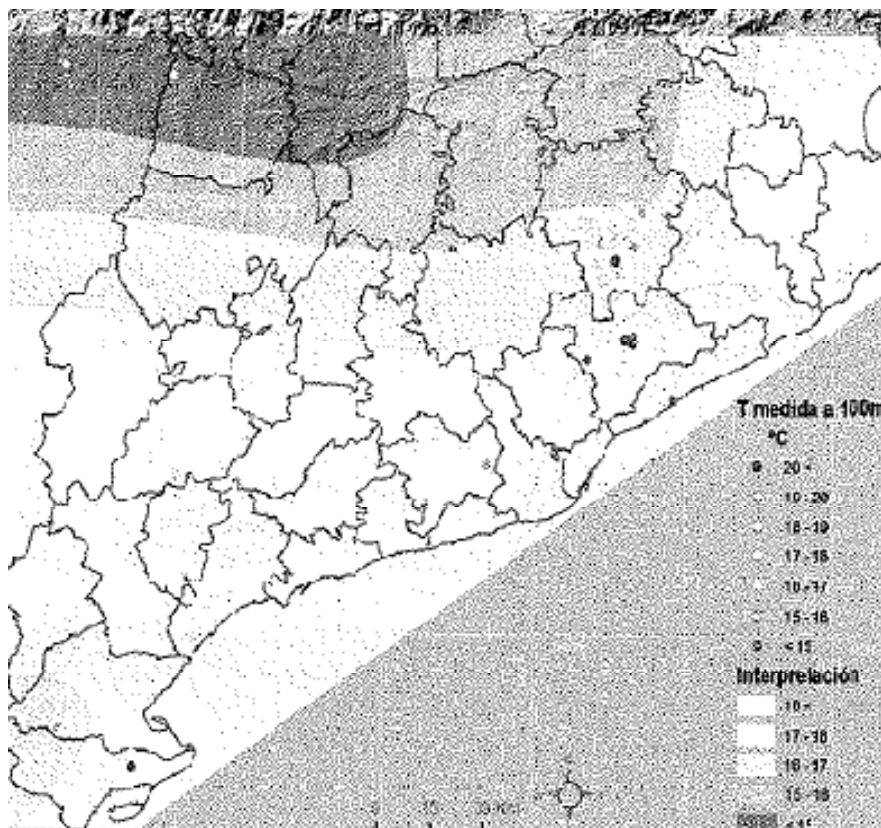


Figura 58-Variació de temperatura del terreny en funció de la profunditat a la zona nord de la península [23]

#### 4.1.3.5. Elecció del diàmetre del bescanviador

Per la selecció del diàmetre de les canonades s'ha d'arribar a un compromís entre la caiguda de pressió i el funcionament tèrmic, ja que aquest:

- ✓ Ha de ser prou gran per produir una pèrdua de càrrega petita i així necessitar menor potència de bombeig.
- ✓ Ha de ser prou petit per assegurar altes velocitats i així garantir turbulència del fluid dins del tub, de manera que s'afavoreixi el traspàs tèrmic entre el fluid que circula i la paret interior.

Com més gran sigui la turbulència major serà l'intercanvi tèrmic. La condició que assegura la turbulència ve donada per l'Equació 81:

$$Re = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot \nu \cdot D} > 2300$$

Equació 81

On:

$Re$  , número de Reynolds.

$Q$  , cabal circulat per la canonada,  $\frac{m^3}{s}$

$\nu$  , viscositat cinemàtica,  $\frac{m^2}{s}$

$D$  , diàmetre, m.

Segons la Taula 82, es poden observar els diàmetres obtinguts en funció del número de Reynolds i partint de la condició de l'Equació 81, s'escull el diàmetre de 32 mm.



Diàmetre (m)	Re
0,01	7819,91
0,013	6015,31
0,016	4887,44
0,019	4115,74
0,022	3554,50
0,025	3127,96
0,028	2792,82
0,032	2443,72

Taula 82-Elecció del diàmetre en funció de Re

#### 4.1.3.6. Dimensionament del bescanviador soterrat

En el cas d'una bomba de calor geotèrmica amb intercanviador vertical per una vivenda amb uns temps de funcionament entre 1.800 i 2.400  $\frac{h}{any}$ , el disseny es realitza utilitzant els valors de la Taula 83 en funció dels  $\frac{W}{m^2}$  d'extracció depenent del tipus de subsòl.

Subsòls	Producció d'extracció específica	
	Durant 1.800 hores anuals (W/m)	Durant 2.400 hores anuals (W/m)
Terrenys secs no cohesius	25	20
Terrenys cohesius, humits	60	50
Sorra / grava, aigua saturada	84	70

Taula 83-Valors específics d'extracció per intercanviadors de calor vertical en funció de les hores d'operació anuals [21]

A partir de l' Equació 82 obtenim la potència del terra que resulta  $W$ .

$$P_{\text{evaporador}} = \frac{P_{\text{calefacció}} \cdot (COP - 1)}{COP} = \frac{11,3 \cdot (4,6 - 1)}{4,6} = 8844 \text{ w}$$

Equació 82

$$L_{\text{sonda}} = \frac{P_{\text{evaporador}}}{\text{Capacitat tèrmica}} = \frac{8844}{50} = 177 \text{ m}$$

Equació 83

On:

Capacitat tèrmica, s'obté de la Taula 83 segons la tipologia del subsòl,  $\frac{W}{m}$ .

A partir de l'Equació 83 i segons les dades de subsòl del terreny i les hores d'ocupació de la Taula 83, s'obté una longitud de sonda,  $L_{sonda}$ , de 177 metres.

A partir de l'Equació 84 s'obtenen el número de sondes a realitzar.

$$N_{sondes} = \frac{L_{sondes}}{h_{profunditat\ de\ perforació}} = \frac{177}{90} \approx 2$$

Equació 84

La profunditat relativa de les sondes té molta relació amb el sobre cost d'una profunditat elevada, ja que la mà d'obra necessària sovint encareix molt la instal·lació.

Així es realitzaran:

- ✓ 2 sondejos de 90 metres,
- ✓ Sonda de PE 90 de doble U Ø 32 mm

En referència a les perforacions a realitzar segons [23] ens trobem en una zona poc rocosa així com amb poca existència de materials argilosos, fet que facilita les tasques de perforació i manipulació del terreny.

#### 4.1.2.7. Dimensionat dels captadors

El correcte dimensionat dels captadors és la peça clau d'aquest tipus d'instal·lacions. Són múltiples els factors que influeixen en el càlcul de la longitud de l'intercanviador geotèrmic.

Partint de la base de les funcions que expressen la transferència tèrmica d'una canonada en el terreny en regim transitori. Operant amb aquestes expressions s'arriba a la funció que determina la longitud de l'intercanviador enterrat.

Aquesta longitud serà funció del paràmetres que es detallen a l'Equació 85 :

$$Longitud\ captador = f(Q, T_s, T_f, Cap, R_s)$$

Equació 85

On:

$Q$  , calor a dissipar o captar pel terreny.

$T_s$  , temperatura del subsòl.

$T_f$  , temperatura del fluid que circula per les canonades enterrades (aigua o aigua glicolada).

$Cap$  , morfologia i tipus de material del captador.

$R_s$  , Resistència tèrmica del terreny.

En primer lloc cal conèixer el calor a extreure o a cedir al terreny, que ve imposat per la bomba de calor que sigui necessària. Per calcular l'equip s'han de calcular les necessitats tèrmiques màximes de calor i amb aquestes es determina l'equip a instal·lar.

Així l'energia a dissipar a l'estiu és la suma del calor absorbit per l'evaporador més l'energia absorbida pel compressor i respecte a l'hivern l'energia a instal·lar és la frigorífica.

Una dada fonamental és l'energia necessària durant tota l'estació i que ve imposada en gran part per el perfil horari de l'ús de l'edificació, ja que l'intercanviador geotèrmic tindrà major o menor longitud en funció del seu us ja que demandes intermitents permeten la recuperació el terreny i afavoreixen un millor intercanvi.

Així en l'Equació 86 es pot veure la calor cedida al terreny en mode de fred i en l'Equació 87 la captada del terreny en mode de calor.

$$Q_{cedit} = Q_{frig} + Q_{abs} = Q_{frig} \cdot \left(1 + \frac{1}{EER}\right)$$

Equació 86

$$Q_{abs} = Q_{calorifica} - Q_{abs} = Q_{calorifica} \cdot \left(1 - \frac{1}{COP}\right)$$

Equació 87

La temperatura del terreny es calcularà segons la profunditat a la que es trobi el captador geotèrmic. Aquesta temperatura dependrà de la temperatura superficial del terreny, i aquesta no només depèn de l'exterior, sinó del tipus de terreny.

Per una temperatura exterior igual, depenen del tipus de terreny la variació de la temperatura superficial pot ser molt alta en terrenys molt compactes i durs i pràcticament constants en altres d'argilosos.

La temperatura del terra serà funció segons mostra l'Equació 88 d'una sèrie de paràmetres.

$$T_{terra} = f(T_{sup}, x, K, C_e, t)$$

Equació 88

On:

$T_{terra}$ , temperatura del terra a una determinada profunditat.

$T_{sup}$ , temperatura del terreny a la superfície.

$x$ , profunditat.

$K$ , conductivitat tèrmica del terreny.

$C_e$ , calor específic del terreny.

$t$ , temps.



La temperatura del fluid portador de calor influeix directament en el dimensionat del captador geotèrmic, ja que quan més diferència de temperatura existeixi entre aquest i el terreny la transferència de calor serà millor i per tant es necessita menor longitud de captador i l'estalvi econòmic serà major.

Així a l'estiu com major sigui la temperatura del fluid caloportador major diferència de temperatura existirà entre aquest i el terreny i millor serà l'intercanvi.

Així doncs, la temperatura del fluid frigorigen també influeix, en el rendiment de l'equip frigorigen en aquest cas el comportament és contrari, a l'estiu com més baixa sigui la temperatura del fluid al costat del condensador, millor serà el rendiment tal i com indica l'Equació 79.

El mateix raonament pot utilitzar-se en el funcionament a l'hivern. S'haurà per tant de buscar una solució de compromís.

Per últim, cal calcular la resistència tèrmica del terreny que serà funció de la conductivitat tèrmica, la difusivitat (que s'obté dividint la conductivitat pel calor específic), el temps d'intercanvi i les dimensions del forat on està enterrat l'intercanviador geotèrmic.

Tot i així la conductivitat varia sensiblement en funció de la saturació d'aigua en el terreny, i per tant, les dades obtingudes han de considerar-se només a títol orientatiu, i com a primera aproximació, en cada cas particular es recomana realitzar una tast del terreny, ja que els valors poden ser molt dispars.

#### **4.1.4.8. Vas d'expansió del sistema geotèrmic**

Com que la temperatura del sistema geotèrmic pot disminuir per sota dels 0°C, és necessari protegir la instal·lació de la congelació fins a -15°C. Per aquest motiu pel circuit es fa fluir una barreja d'aigua i propilenglicol, ja que per les seves propietats segons la Taula 42 són les que més s'adapten a les condicions necessàries.





Per calcular el volum del vas d'expansió del sistema geotèrmic es desconeix el coeficient de dilatació de l'anticongelant, que es calcula segons les equacions que es mostren a continuació.

Segons la Figura 59, que mostra el pes específic del propilenglicol en funció de la seva temperatura i l'Equació 89, es pot determinar el coeficient de dilatació del propilenglicol.

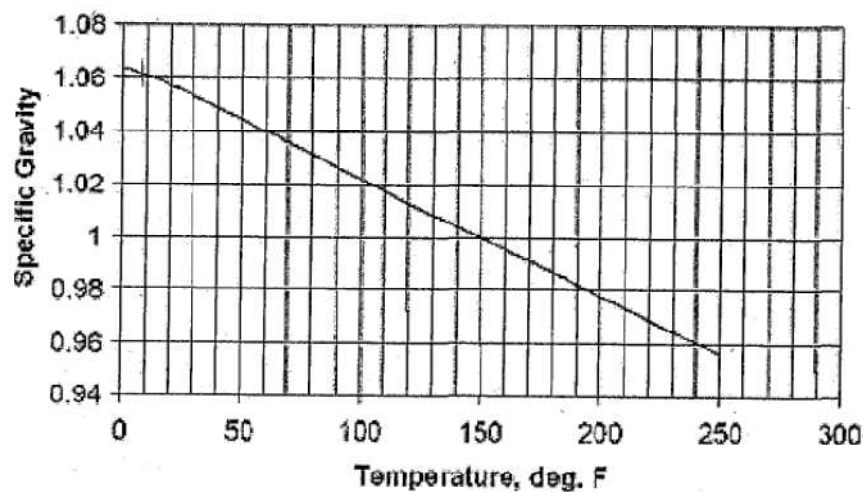


Figura 59- Pes específic del propilenglicol en funció de la seva temperatura []

$$\beta = \frac{\Delta V}{\Delta V \cdot V_1} = \frac{V_2 - V_1}{(T_2 - T_1) \cdot V_1} = \frac{\frac{m}{\rho_2} - \frac{m}{\rho_1}}{(T_2 - T_1) \cdot \frac{m}{\rho_1}} = \frac{\frac{\rho_1}{\rho_2} - 1}{(T_2 - T_1)}$$

Equació 89

On:

$\beta$  , coeficient de dilatació volumètrica del propilenglicol,  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ .

$\rho_1$  , densitat per una  $T_1$ ,  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

$\rho_2$  , densitat per una  $T_2$ ,  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

$T_1$  , una certa temperatura,  $^{\circ}\text{C}$ .

$T_2$ , una certa temperatura, °C.

A continuació es calcula la fracció volumètrica de propilenglicol, segons l'Equació 90.

$$f_p^{VOL} = 1 - \frac{\rho_{barreja}}{\rho_a} \cdot (1 - f_p^{MAS})$$

Equació 90

On:

$f_p^{VOL}$ , fracció volumètrica del propilenglicol, en tant per 1.

$\rho_{barreja}$ , densitat de la barreja,  $\frac{kg}{m^3}$ .

$\rho_a$ , densitat de l'aigua,  $\frac{kg}{m^3}$ .

$f_p^{MAS}$ , fracció màssica del propilenglicol.

Per calcular la variació de volum de la mescla d'aigua i propilenglicol cal fer una mitjana ponderada tenint en compte el percentatge en volum de cadascun dels components, tal com mostra l'Equació 91.

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta V_a + \Delta V_p}{V} = \Delta T \cdot \left( \frac{\beta_a \cdot V_a}{V} + \frac{\beta_p \cdot V_p}{V} \right) = (T_{\max} - T_{\min}) \cdot (\beta_a \cdot \int_a^{VOL} + \beta_p \cdot \int_p^{VOL})$$

Equació 91

Per a fer els càlculs del coeficient de dilatació propilenglicol s'ha seleccionat com a  $T_1$  la temperatura de 8 °F i com a  $T_2$  la temperatura de 64 °F, equivalents a -15 °C i 20 °C respectivament, que són les temperatures sobre la que oscil·larà el fluid del sistema.



Observant la Figura 59 s'obté que per a  $T_1 = 8 \text{ }^{\circ}\text{F}$  li correspon una densitat  $\rho_1$  de  $1,065 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  i per a  $T_2 = 64 \text{ }^{\circ}\text{F}$  li correspon una densitat  $\rho_2$  de  $1,04 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ . Substituint els valors a l'Equació 89 s'obté un valor és  $4,29 \times 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ .

A partir de l'Equació 90 s'obté la fracció volumètrica del propilenglicol, coneixent la densitat de la barreja aigua - propilenglicol i de l'aigua, que són  $1002 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  i  $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  respectivament, obtenint un valor de  $f_p^{VOL}$  de 0,1984. Es considera que la fracció màssica de propilenglicol és d'un 20%.

Tot seguit es calcula la variació de volum de la mescla. Per determinar la  $T_{\max}$  de la barreja d'anticongelant es considera que la temperatura de la mescla mai sobrepassarà els  $30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .

La  $T_{\min}$  es considera  $4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , que és la temperatura en que l'aigua arriba al seu volum mínim (per sota d'aquesta temperatura la relació entre temperatura - increment de volum no és lineal i canvia de pendent).

Aplicant aquests valors i sabent que el coeficient de dilatació volumètric de l'aigua és  $\beta_{aigua} = 2,1 \cdot 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  segons [7], s'aplica l'Equació 91 i s'obté un valor de 0,00659 litres.

A continuació es calcula el volum de fluid que es troba al circuit, que serà el volum que hi ha a les canonades més el que hi ha a l'interior de la bomba geotèrmica.

A partir de l'Equació 92 s'obté un valor de  $0,8 \frac{\text{l}}{\text{ml}}$  segons la canonada utilitzada ( $\varnothing$  int 32 mm).

$$\frac{1}{m} = 1000 \cdot \pi \cdot \left( \frac{d_{\text{int}}}{2} \right)^2$$

Equació 92



On:

$\frac{1}{m}$ , volum en litres per metre lineal de tub.

$d_{int}$ , diàmetre interior, m.

El volum total de les canonades serà de 159,24 litres. A efectes de càlcul es considera que aquest valor és de 175,16 litres, ja que s'aplica un coeficient de seguretat de 1,1 per tal de considerar el volum d'aigua que hi ha a la bomba i al bescanviador.

Aplicant aquests valors a l'Equació 93 i a partir de la Taula 84, s'obté que el vas d'expansió ha de tenir, com a mínim, un volum de 1,23 litres.

$$V_d = \frac{V_i \cdot \beta \cdot P_{abt}}{P_{abt} - P_{abm}}$$

Equació 93

On:

$V_i$ , volum que conté la instal·lació. S'han d'avaluar els litres que caben a cada aparell mes els que contenen els tubs.

$\beta(\%)$ , coeficient de dilatació, augment de volum per a una temperatura donada, segons els valors de la Taula 84.

$P_{abt}$ , pressió de la vàlvula de seguretat, bar.

$P_{abm}$ , pressió deguda a l'altura de la columna d'aigua en bar, 0,1 bar per metre.

T (°C)	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	100	120
$\beta$	0,4	0,6	0,76	1	1,2	1,45	1,7	2,25	2,9	3,55	4,3	6

Taula 84- Tant per 1 de dilatació de l'aigua en funció de la temperatura [2]



#### 4.1.4.9. Estudi de viabilitat econòmica

La finalitat d'aquest apartat és la de calcular el cost final de la instal·lació geotèrmica i veure la seva evolució amb el pas del temps. Per iniciar els càlculs corresponents primer es suposarà una vida útil de la instal·lació de 15 anys.

Els dos tipus d'energies que es consumeixen en la instal·lació geotèrmica són l'energia geotèrmica i l'elèctrica. Els costos que deriven de la primera es podrien anomenar indirectes, ja que la utilització diària d'aquesta energia no comporta un augment de la funció cost, però l'aprofitament d'aquesta si que implica consumir en una quantitat inferior energia elèctrica envers un sistema que tan sols es recolza en aquesta última per a la seva producció d'energia tèrmica.

Abans de realitzar l'estudi de viabilitat econòmica cal definir la inversió real a tenir en compte. En el present projecte es tindran en compte els imports següents:

- ✓ Pressupost general de la partida 1: circuit geotèrmic.
- ✓ Pressupost general de la partida 2: ACS.

Així mateix per l'estudi es considera un cost de manteniment anual del 1,5% segons [6] del valor material de la instal·lació, i que va creixent amb els anys amb la mateixa proporció que ho fa el cost de vida, definit per l'índex d'inflació del 2% segons [6].

Es pren com a referència el valor del diner en el moment d'efectuar la inversió, traduint totes les quantitats al llarg dels diferents anys al seu valor equivalent corresponent.



El benefici net que proporciona la instal·lació ve donat per l'Equació 94.

$$B = A \sum_1^t \left( \frac{1+c}{1+e_d} \right)^t - C$$

Equació 94

On:

$B$  , benefici net, €.

$A$  , estalvi anual en el cost del combustible, €.

$C$  , cost de la inversió, €.

$e_d$  , interès del diner, 4%..

$i$  , valor de la inflació anual, 2%..

$c$  , increment de preus dels combustibles cada any.

$t$  , nombre d'anys.

Els resultats de l'energia produïda anualment per la instal·lació solar per ACS i per calefacció es mostren resumits a la Taula 78.

A partir de l'Equació 76, s'obtenen els valors dels diferents paràmetres que intervenen en el càlcul del període de retorn a la Taula 85.

Paràmetre	Valor en consideració
<b>C, sense subvenció (€)</b>	22.173,60
<b>Cost gas natural (€)</b>	2.842,85
<b>Cost elèctric (€)</b>	154,72
<b>A (€)</b>	2.688,13
<b><math>e_d</math> (-)</b>	0,04
<b><math>i</math></b>	0,02
<b><math>c</math></b>	0,02
	0,04
	0,06

Taula 85- Paràmetres de càlcul del període de retorn

Els càlculs es realitzaran:

- ✓ No tenint en compte ajuts.

També es calcularà el Payback, o període de retorn, inicialment per a tres diferents increments anuals del preu dels combustibles. D'aquesta manera s'obtenen 3 períodes de retorn possibles, que corresponen a diferents graus de previsió de l'escenari econòmic.

Durant els anys en que el benefici és negatiu, l'estalvi que produeix la instal·lació solar no compensa la inversió. El valor de  $t$  pel qual el benefici net és zero correspon al temps de retorn de la inversió, i des d'aquest any fins al final de la vida útil de la instal·lació, l'estalvi produït es converteix en benefici.

Es considera aproximadament una vida útil de la instal·lació de 20 anys.

Així segons la Taula 86 i la Figura 60 , es mostren els resultats del benefici en el transcurs dels 20 anys de vida útil considerada a la instal·lació.



Benefici net				
Subvenció		NO		
Increment		2%	4%	6%
Any	1	-19.568,81 €	-19.517,11 €	-19.465,42 €
	2	-16.983,07 €	-16.828,98 €	-16.672,90 €
	3	-14.447,06 €	-14.140,85 €	-13.826,68 €
	4	-11.959,82 €	-11.452,72 €	-10.925,73 €
	5	-9.520,41 €	-8.764,59 €	-7.968,99 €
	6	-7.127,91 €	-6.076,46 €	-4.955,39 €
	7	-4.781,43 €	-3.388,33 €	-1.883,84 €
	8	-2.480,06 €	-700,19 €	1.246,78 €
	9	-222,96 €	1.987,94 €	4.437,61 €
	10	1.990,74 €	4.676,07 €	7.689,80 €
	11	4.161,87 €	6.889,77 €	11.004,53 €
	12	6.291,25 €	9.577,90 €	14.383,00 €
	13	8.379,67 €	12.266,03 €	17.826,45 €
	14	10.427,94 €	14.954,16 €	21.336,11 €
	15	12.436,81 €	17.642,29 €	24.913,27 €
	16	14.407,05 €	20.330,42 €	28.559,22 €
	17	16.339,41 €	23.018,55 €	32.275,29 €
	18	18.234,60 €	25.706,68 €	36.062,82 €
	19	20.093,35 €	28.394,81 €	39.923,18 €
	20	21.916,35 €	31.082,94 €	43.857,78 €

Taula 86 Resultats del període de retorn de la instal·lació energia geotèrmica



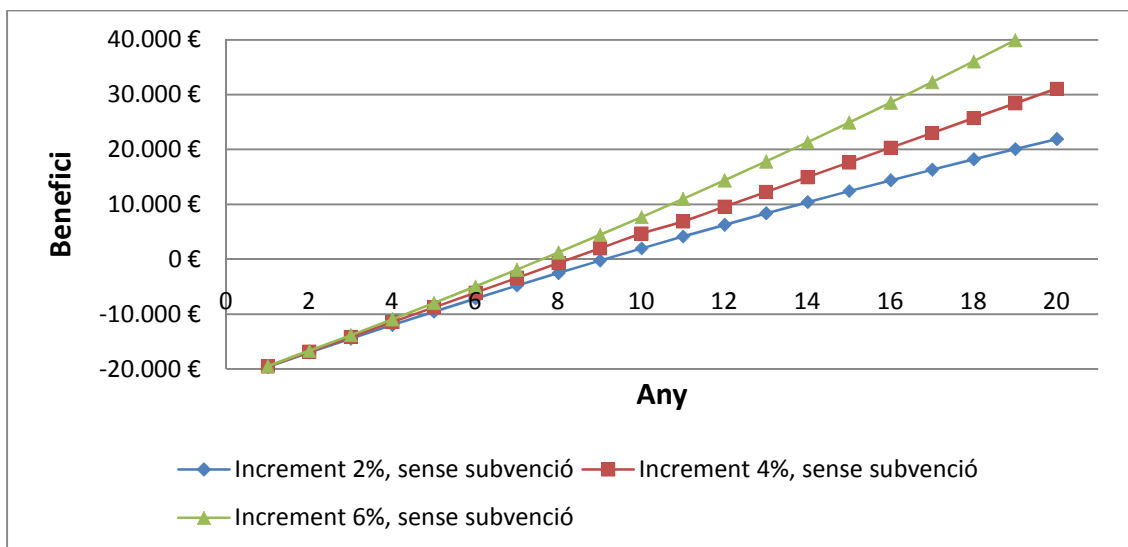
Ruben Ferrer Amorós  
Ruben Caballero Lopez

Figura 60-Resultats del període de retorn del cost de la instal·lació geotèrmica

## 5. Referències

1. “Producció de l’energia tèrmica”, L. Cabeza, 2005
2. “A.A.V.V., ASHRAE 2000 HVAC Fundamentals Handbook”.
3. RITE, “Reglamento de Instalaciones térmicas en los Edificios”.
4. “Energía solar térmica, manual técnico”, Salvador Escoda, 2005.
5. “Energia solar tèrmica”, M. Rosas, 2001
6. Ministerio de Economía y Hacienda.
7. “Calefacción, Cálculo y diseño de las instalaciones”, E. Carnicer, 2001
8. “Sistemes de fred i climatització”, L. Cabeza, M. Medrano, 2005.
9. Codi Tècnic de l’Edificació, any 2006, “Contribució solar mínima per ACS”.
10. Instituto para la diversificación y ahorro de la energía
11. CTE, Código Técnico de la Edificación.
12. Decret d’ Ecoeficiència.
13. Ordenança reguladora de la incorporació de sistemes d’energia solar per a usos tèrmics al municipi de Lleida.
14. Document bàsic HE per a l’estalvi d’energia del CTE.
15. Institut Nacional de Meteorologia.
16. UNE EN 12975
17. Asociación de Fabricantes de Tubos.
18. ITE 02.8.4 del RITE
19. UNE 100155:2004.
20. ITE 2.8.3
21. Directriu geotèrmica VDI 4640.
22. Diagrama pressió – entalpia de Mollier.
23. Institut Geològic de Catalunya.

## **6.- PLÀNOLS**

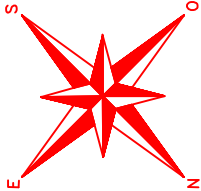
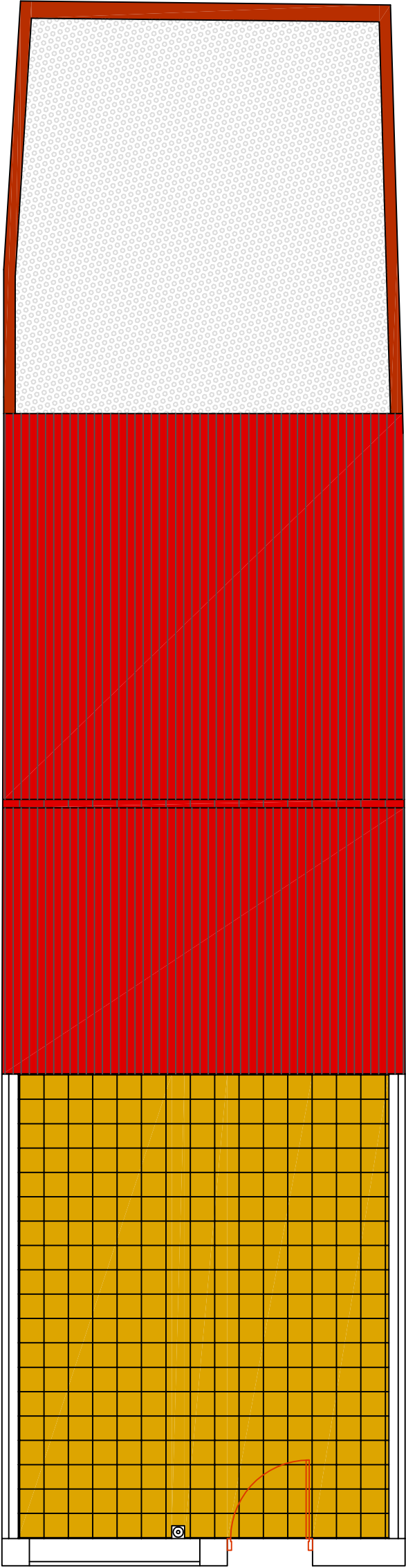
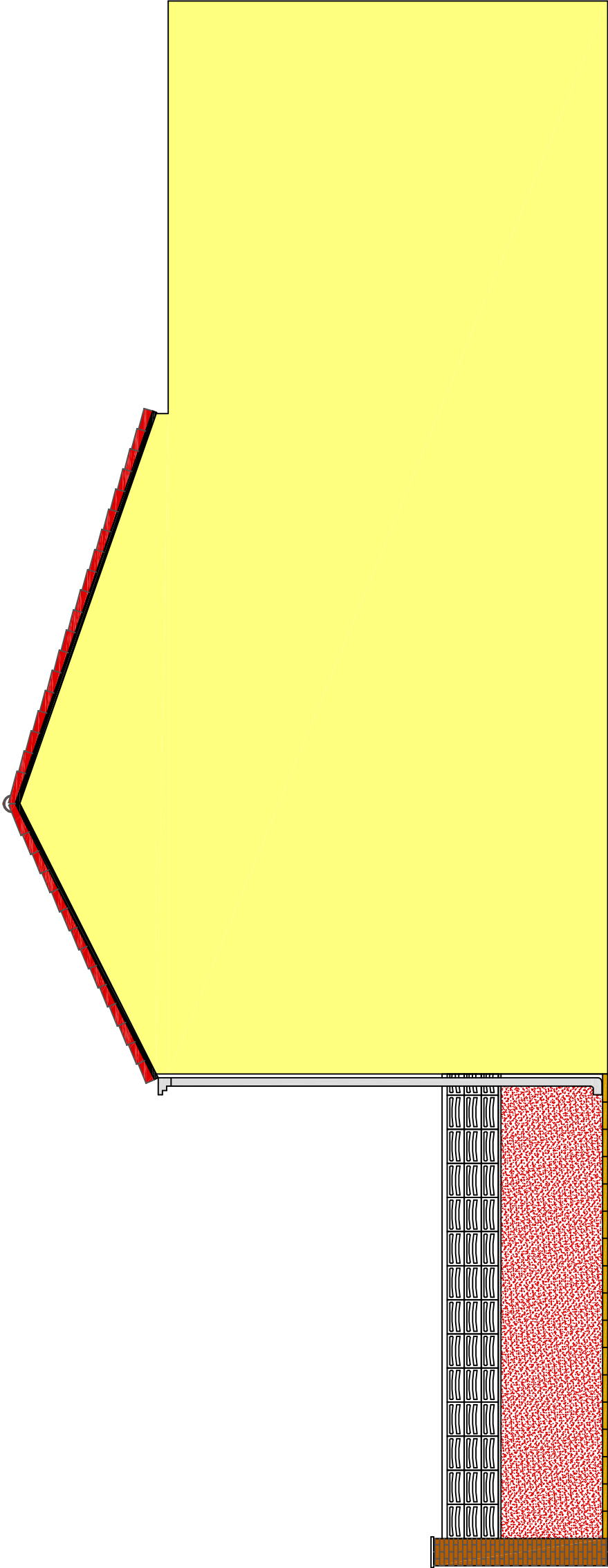


## Índex Plànols

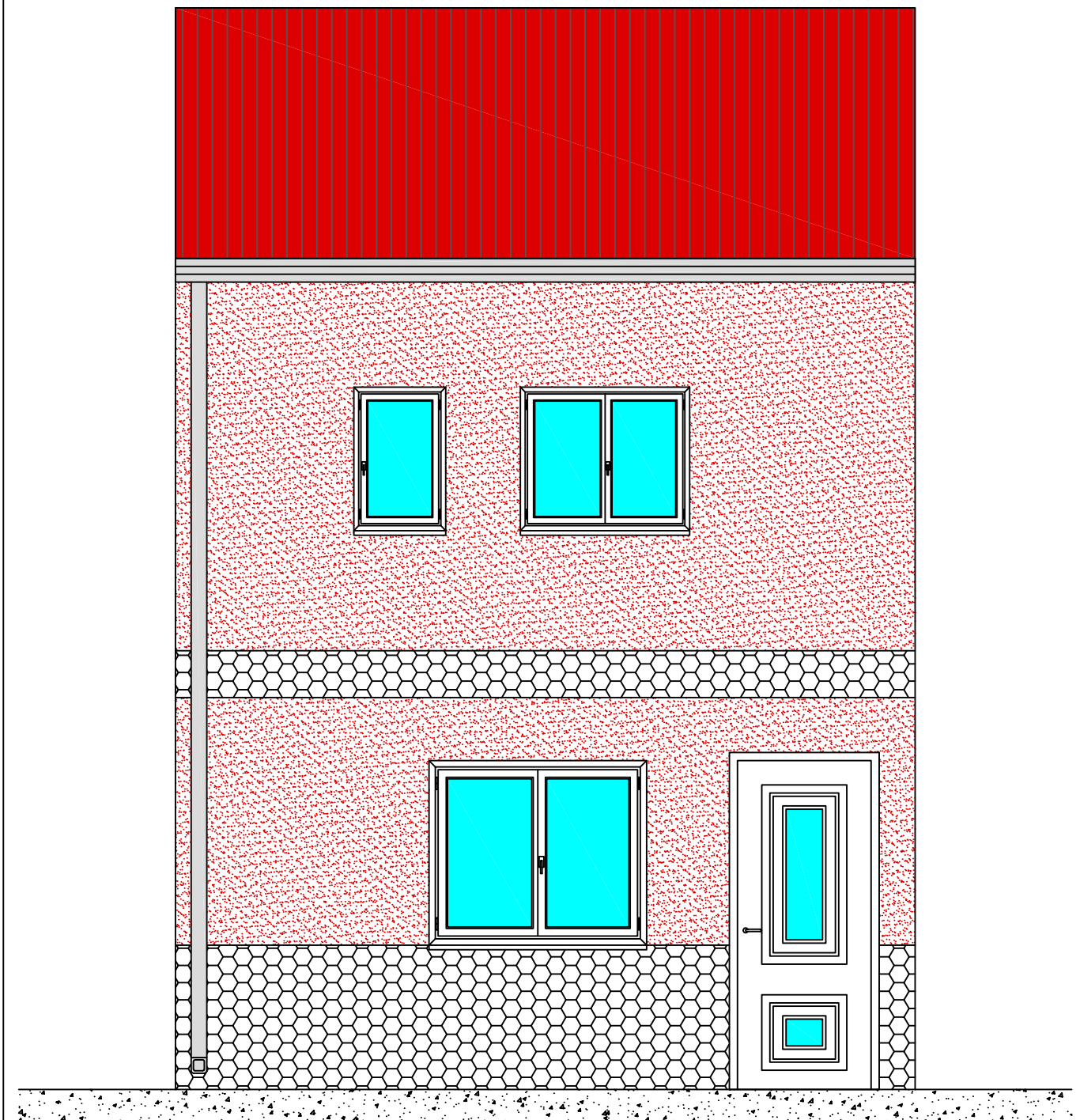
6. Plànols.....	345
Plànol nº 1. Situació i emplaçament.....	345
Plànol nº 2. Vista en planta i perfil de la vivenda.....	346
Plànol nº 3. Façana principal de la vivenda.....	347
Plànol nº 4. Façana posterior de la vivenda.....	348
Plànol nº 5. Distribució i superfícies planta baixa.....	349
Plànol nº 6. Distribució i superfícies primera planta.....	350
Plànol nº 7. Acotació planta baixa.....	351
Plànol nº 8. Acotació primera planta.....	352
Plànol nº 9. Emplaçament instal·lació solar tèrmica.....	353
Plànol nº 10. Acotació instal·lació solar tèrmica.....	354
Plànol nº 11. Emplaçament instal·lació geotèrmica.....	355
Plànol nº 12. Diagrama enginyeria instal·lació solar tèrmica.....	356
Plànol nº 13. Diagrama enginyeria instal·lació geotèrmica.....	357
Plànol nº 14. Diagrama de procés instal·lació solar tèrmica.....	358
Plànol nº 15. Diagrama de procés instal·lació geotèrmica.....	359



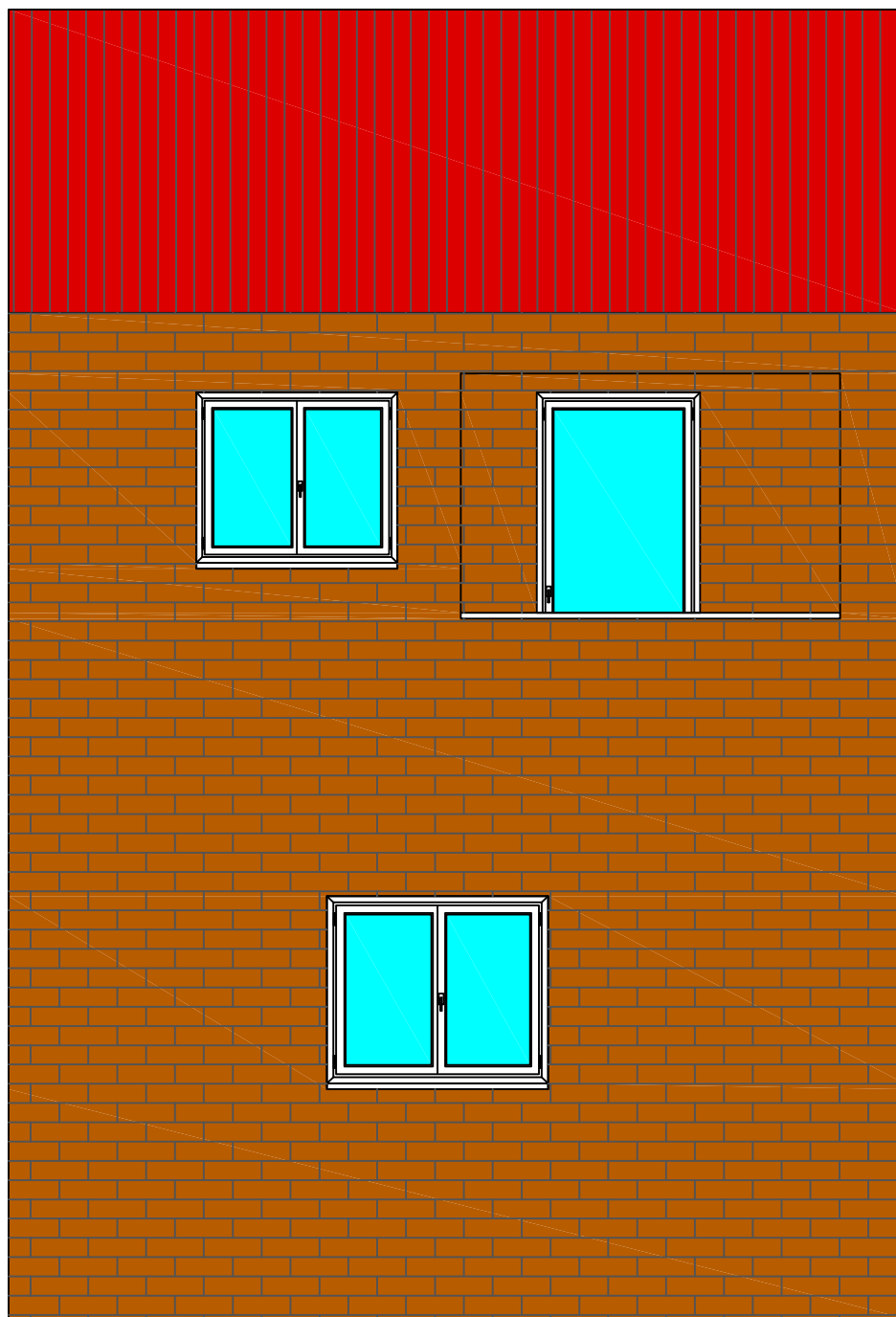




Nº Plànol: 2/15	Projecte: Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS per una vivenda a partir d'energies renovables	Tècnic: Ruben Caballero Lopez i Ruben Ferrer Amorós
Escala: 1:60	Definició del plànol: Vista en planta i perfil de la vivenda	Promotor: Lluïsa F. Cabeza i Laia Miró Toran
<div>FS</div> <div>Escola Politècnica Superior</div>		La Propietat:
		El Tècnic:
		Data: 22/11/2011
		Localització: Maganers (Lleida)

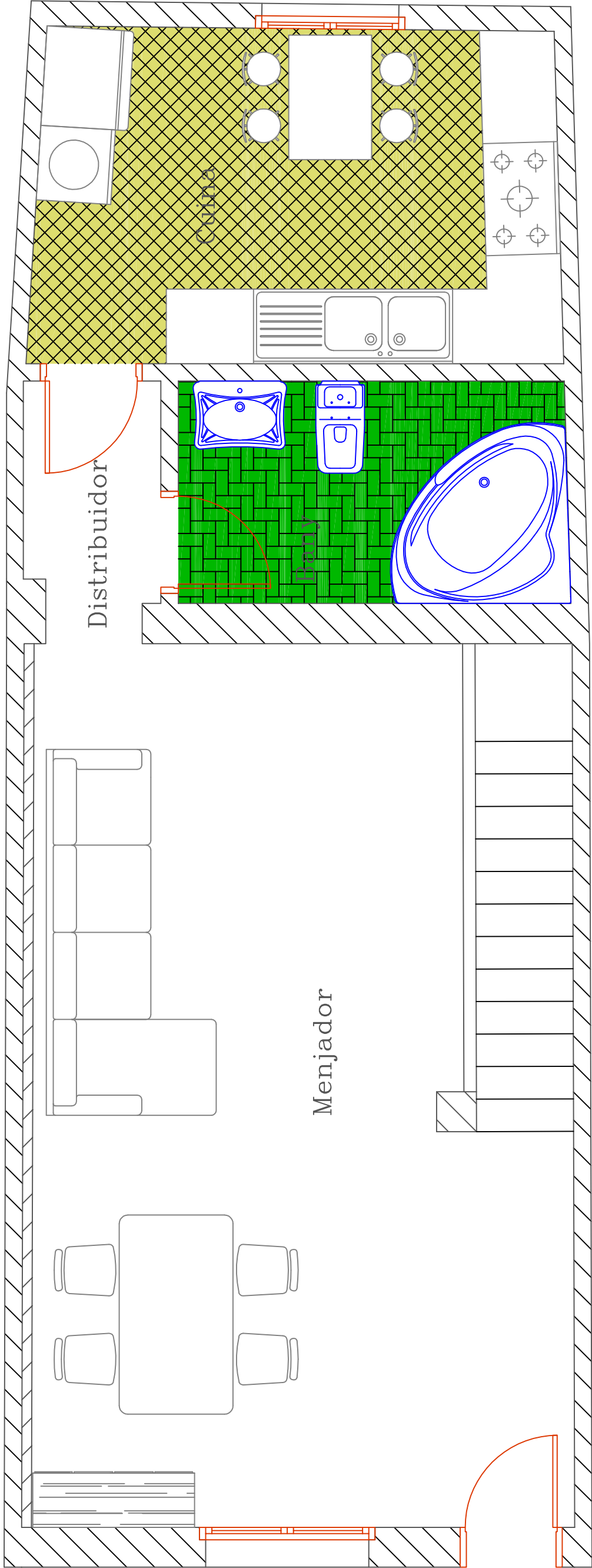


Nº Plànol: 3/15	Projecte: Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS per una vivenda a partir d'energies renovables	Tècnic: Ruben Caballero Lopez i Ruben Ferrer Amorós
Escala: 1:37	Definició del plànol: Façana principal de la vivenda	Promotor: Lluïsa F. Cabeza i Laia Miró Toran
<b>EPS</b> Escola Politècnica Superior		La Propietat:
		El Tècnic:
		Data: 22/11/2011
		Localització: Magraners (Lleida)

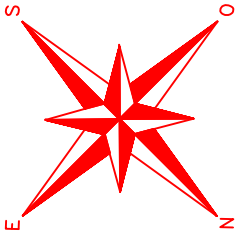


Nº Plànol: 4/15	Projecte: Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS per una vivenda a partir d'energies renovables	Tècnic: Ruben Caballero Lopez i Ruben Ferrer Amorós
Escala: 1:37	Definició del plànol: Façana posterior de la vivenda	Promotor: Lluïsa F. Cabeza i Laia Miró Toran
<b>EPS</b> Escola Politècnica Superior		La Propietat:
		El Tècnic:
		Data: 22/11/2011
		Localització: Magraners (Lleida)

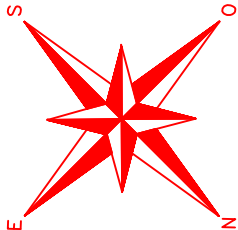
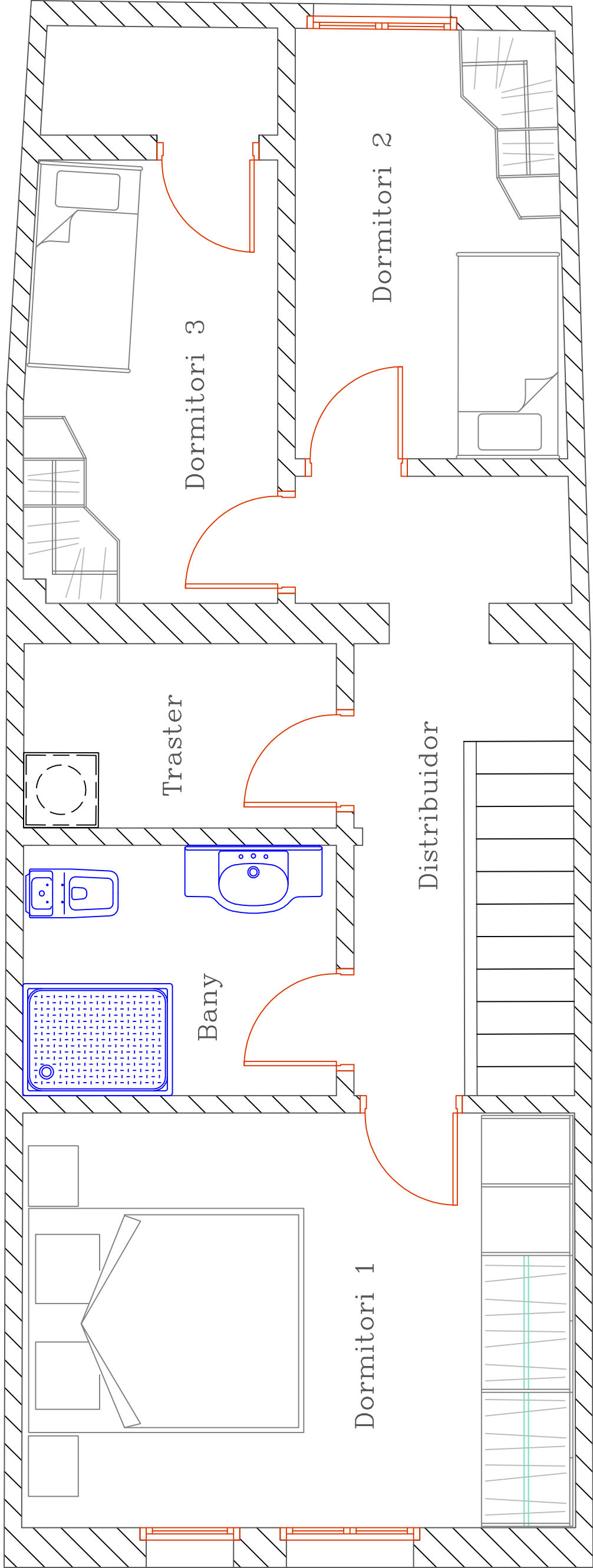




Superficie	m2
Menjador	30,81
Distribuidor	2,19
Bany	5,57
Cuina	11,3

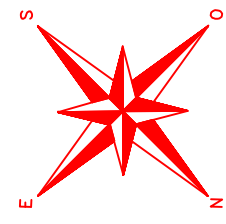
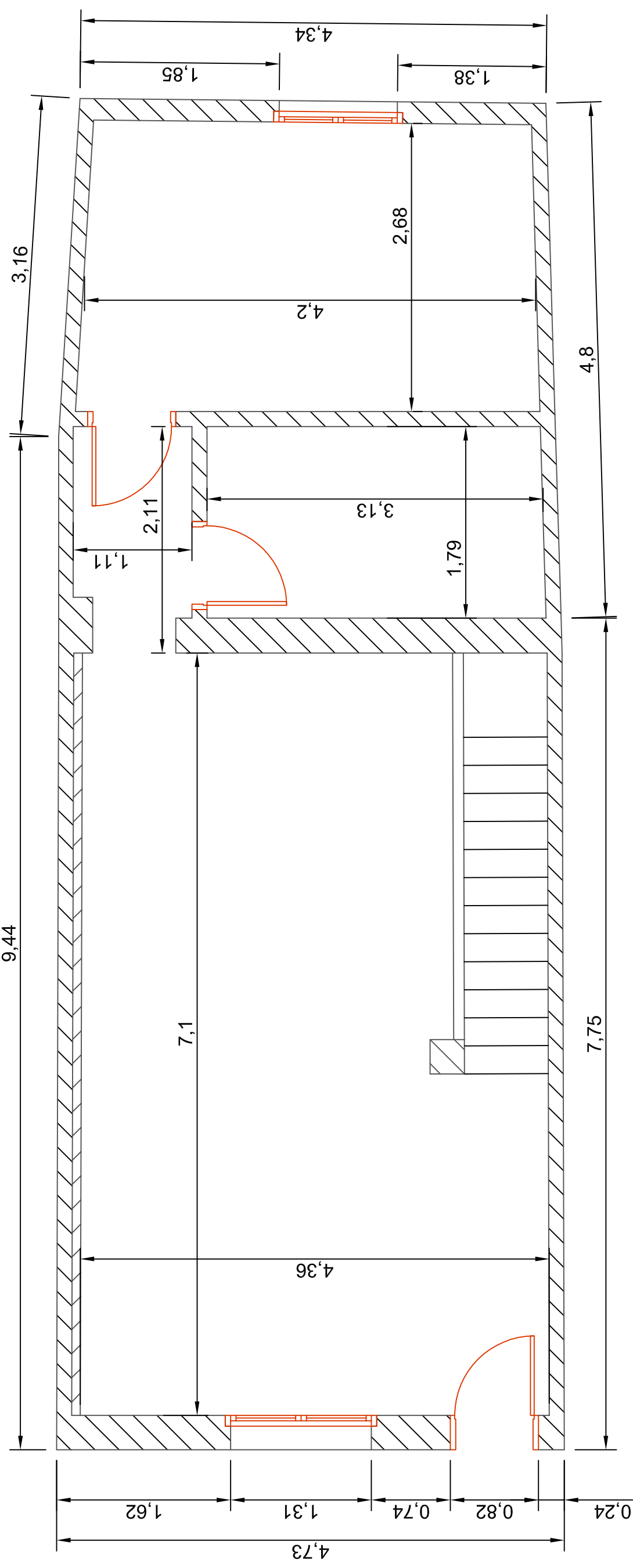


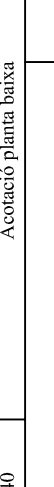
Nº Plànol: 5/15	Projecte: Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS per una vivenda a partir d'energies renovables	Tècnic: Ruben Caballero Lopez i Ruben Ferrer Amorós
Escala: 1:35	Definició del plànol: Distribució i superfícies planta baixa	Promotor: Lluïsa F. Cabeza i Laia Miró Toran
Escola Politècnica Superior		La Propietat: El Tècnic:
		Data: 22/11/2011
		Localització: Maganers (Lleida)

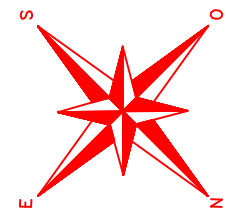
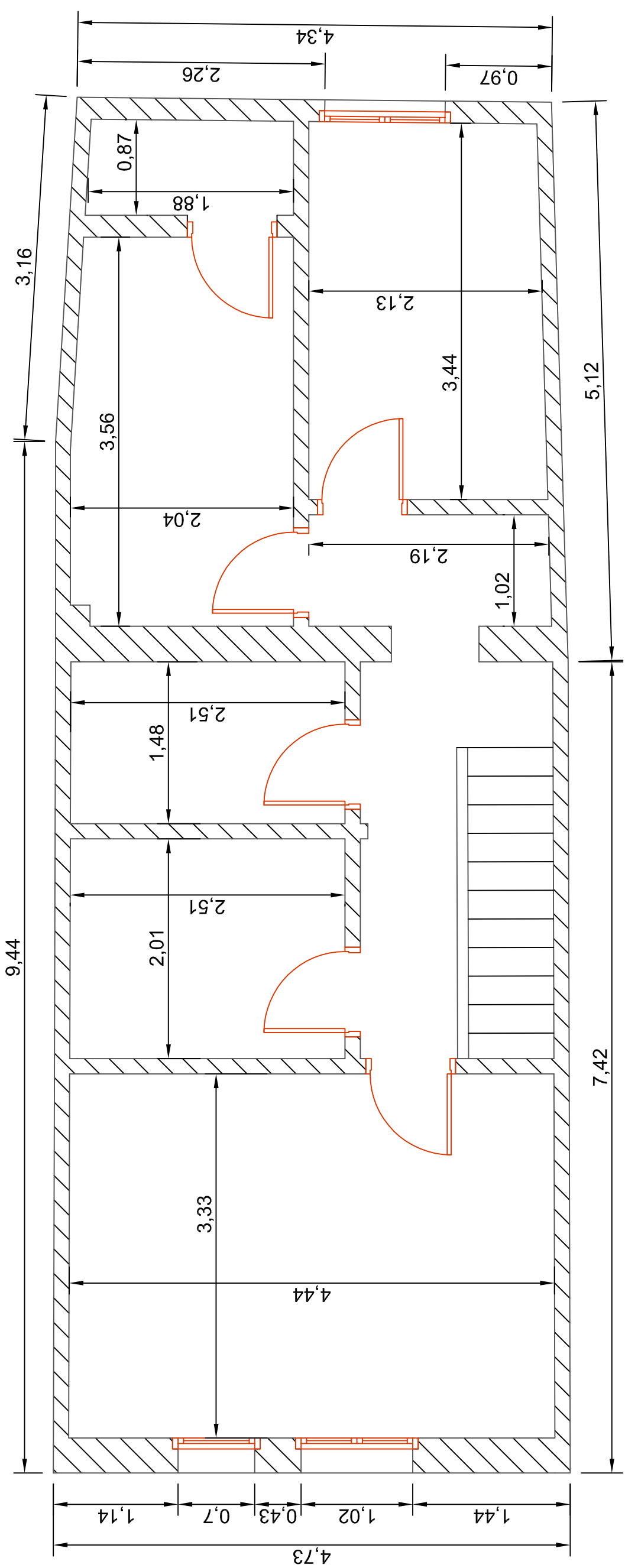


Superficie	m2
Dormitori 1	14,75
Dormitori 2	7,35
Dormitori 3	7,12
Distribuidor	6,24
Bany	5,05
Traster	3,71

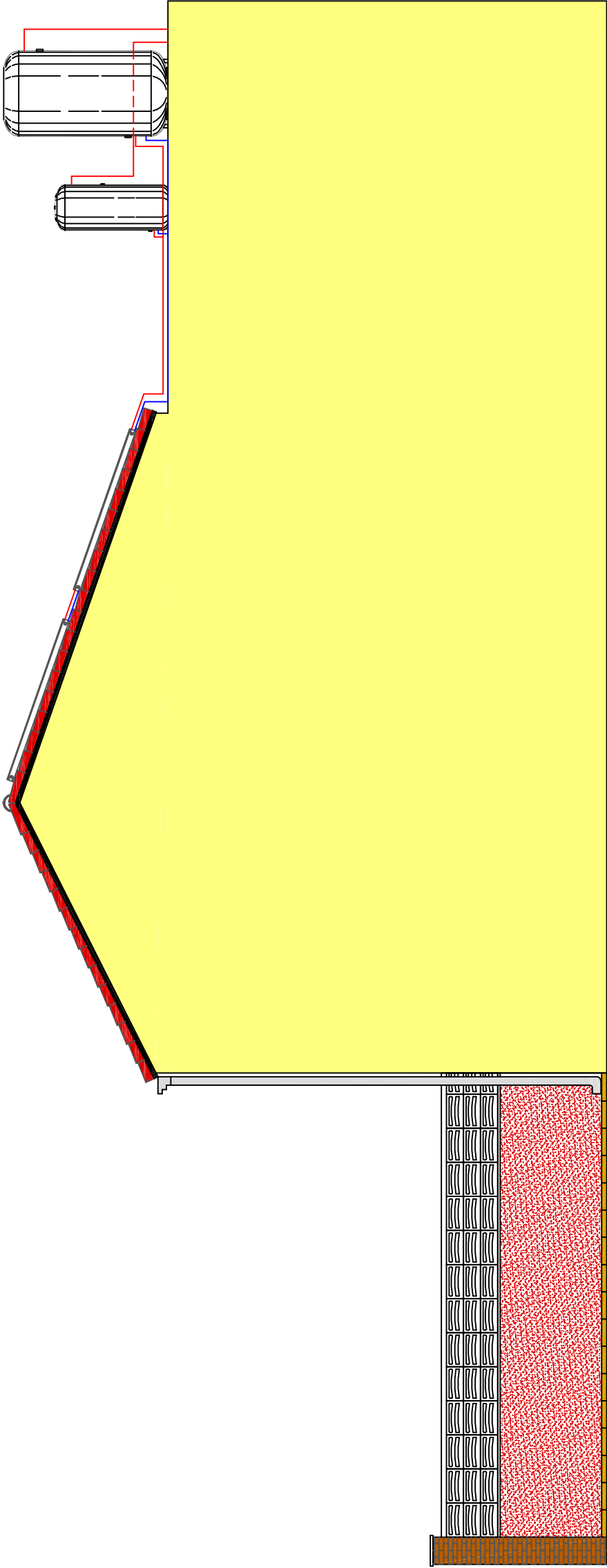
Nº Plànol: 6/15	Projecte: Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS per una vivenda a partir d'energies renovables	Tècnic: Ruben Caballero Lopez i Ruben Ferrer Amorós
Escala: 1:35	Definició del plànol: Distribució i superfícies primera planta	Promotor: Lluïsa F. Cabeza i Laia Miró Toran
Data: 22/11/2011		La Propietat:
Localització: Maganers (Lleida)		El Tècnic:



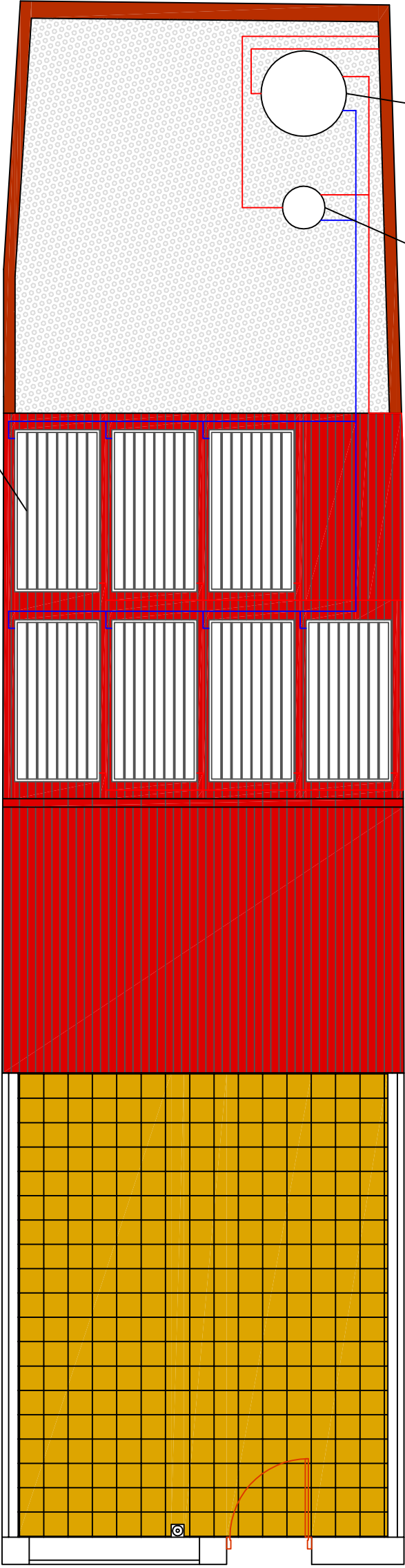
Nº Plànol: 7/15	Projecte: Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS per una vivenda a partir d'energies renovables	Tècnic: Ruben Caballero Lopez i Ruben Ferrer Amorós	
Escala: 1:40	Definició del plànol: Acotació planta baixa	Promotor: Lluïsa F. Cabeza i Laia Miró Toran	
		Data: 22/11/2011	La Propietat:  El Tècnic:
		Localització: Maganers (Lleida)	



Nº Plànol: 8/15	Projecte: Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS per una vivenda a partir d'energies renovables	Tècnic: Ruben Caballero Lopez i Ruben Ferrer Amorós	
Escala: 1:40	Definició del plànol: Acotació primera planta	Promotor: Lluïsa F. Cabeza i Laia Miró Toran	
<div>EPS</div> <div>Escola Politècnica Superior</div>		Data: 22/11/2011	La Propietat: El Tècnic:
		Localització: Maganers (Lleida)	

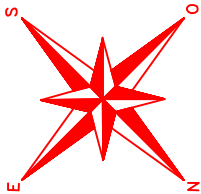


Captadors solars

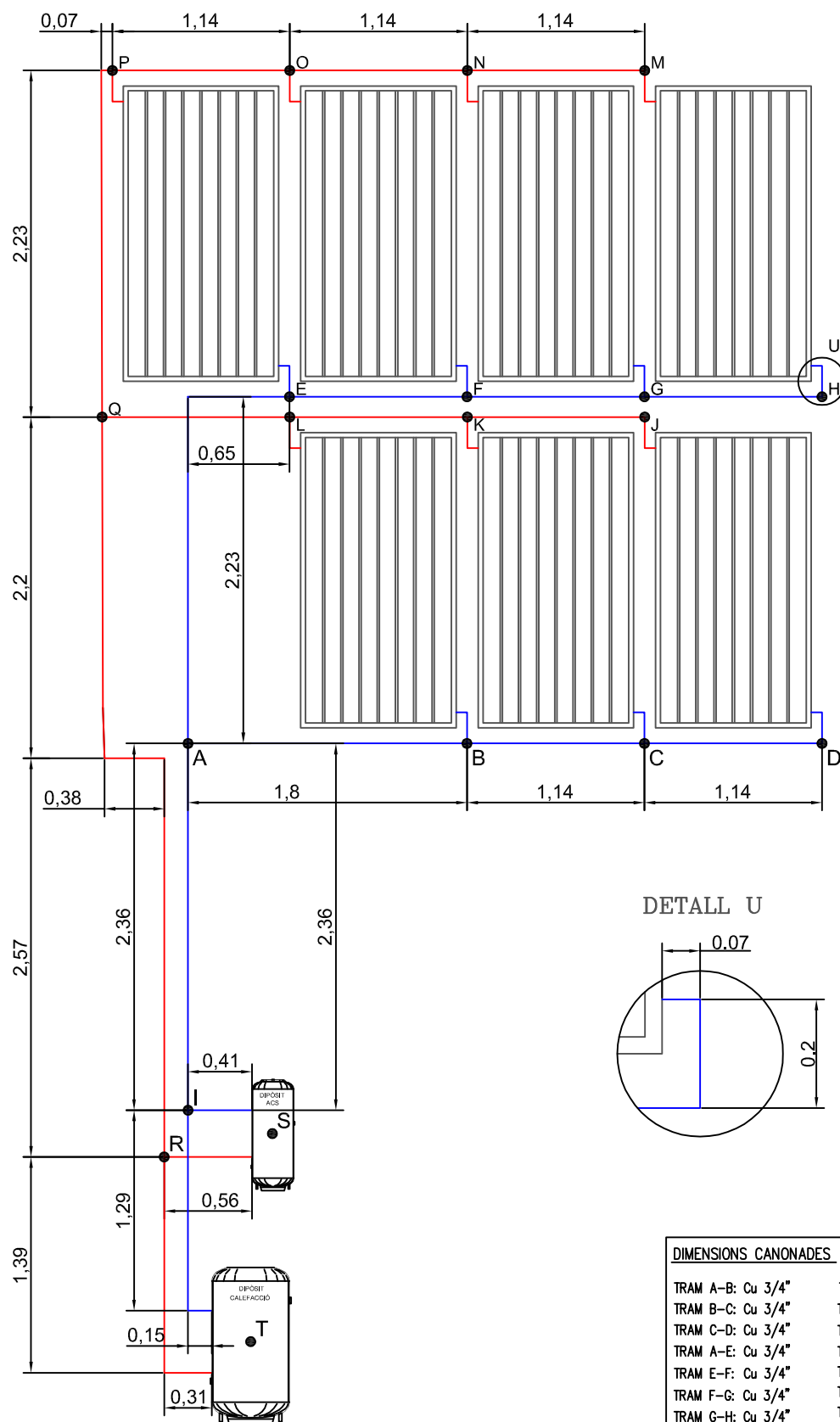


Dipòsit ACS

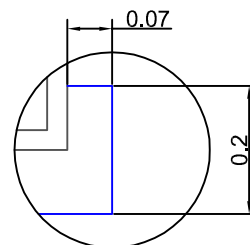
Dipòsit calefacció



Nº Plànol: 9/15	Projecte: Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS per una vivenda a partir d'energies renovables	Tècnic: Ruben Caballero Lopez i Ruben Ferrer Amorós
Escala: 1:60	Definició del plànol: Emplaçament instal·lació solar tèrmica	Promotor: Lluïsa F. Cabeza i Laia Miró Toran
Data: 22/11/2011		La Propietat:
Localització: Maganers (Lleida)		El Tècnic:



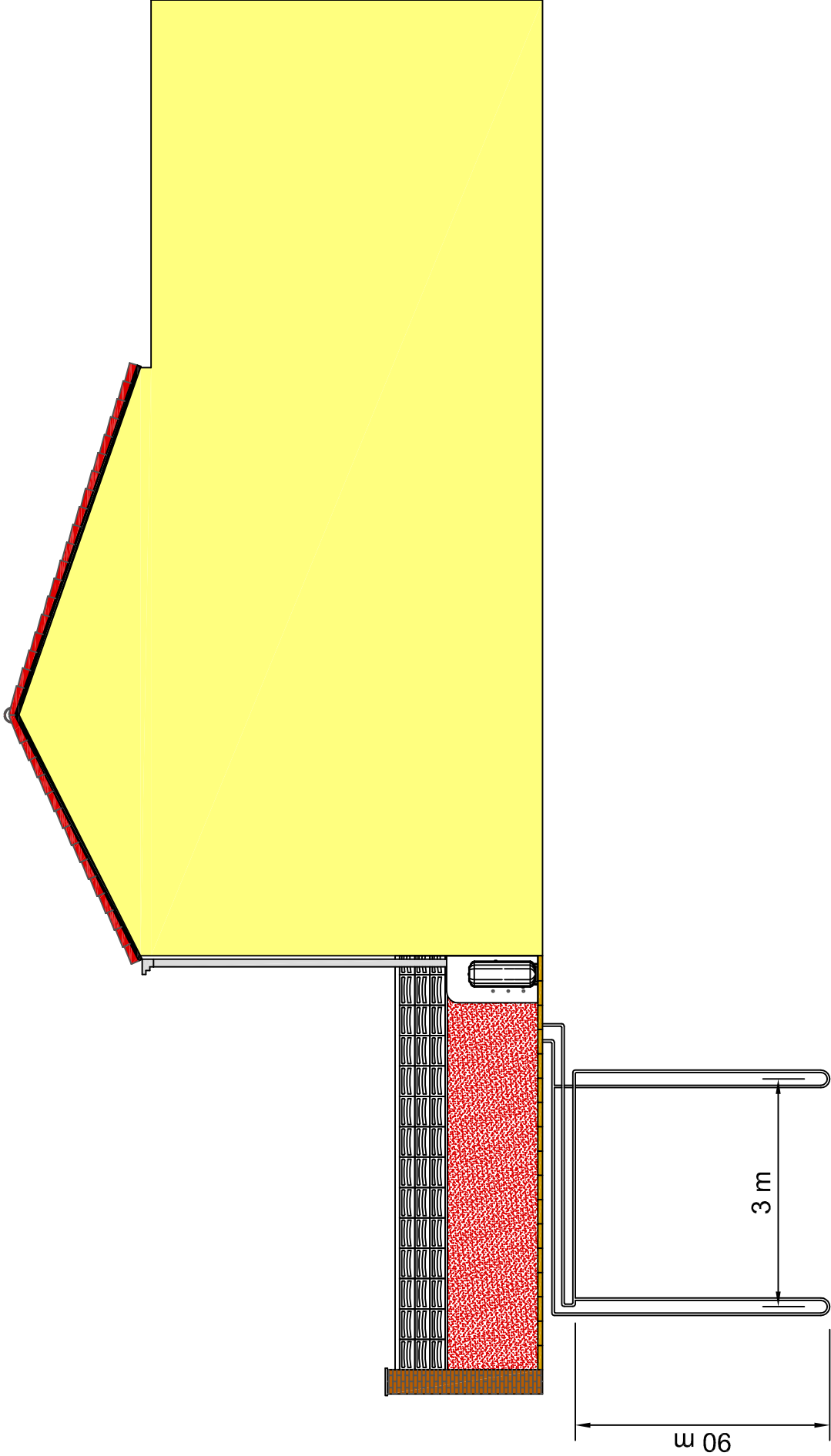
DETALL U



**DIMENSIONS CANONADES**

TRAM A-B: Cu 3/4"	TRAM L-Q: Cu 3/4"
TRAM B-C: Cu 3/4"	TRAM M-N: Cu 3/4"
TRAM C-D: Cu 3/4"	TRAM N-O: Cu 3/4"
TRAM A-E: Cu 3/4"	TRAM O-P: Cu 3/4"
TRAM E-F: Cu 3/4"	TRAM P-Q: Cu 3/4"
TRAM F-G: Cu 3/4"	TRAM Q-R: Cu 1"
TRAM G-H: Cu 3/4"	TRAM R-S: Cu 1"
TRAM J-K: Cu 3/4"	TRAM R-T: Cu 1"
TRAM K-L: Cu 3/4"	TRAM I-A: Cu 1"

Nº Plànol: 10/15	Projecte: Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS per una vivenda a partir d'energies renovables	Tècnic: Ruben Caballero Lopez i Ruben Ferrer Amorós
Escala: 1:40	Definició del plànol: Acotació instal·lació solar tèrmica	Promotor: Lluïsa F. Cabeza i Laia Miró Toran
		La Propietat:
		El Tècnic:
		Data: 22/11/2011
		Localització: Magraners (Lleida)



Bomba geotèrmica

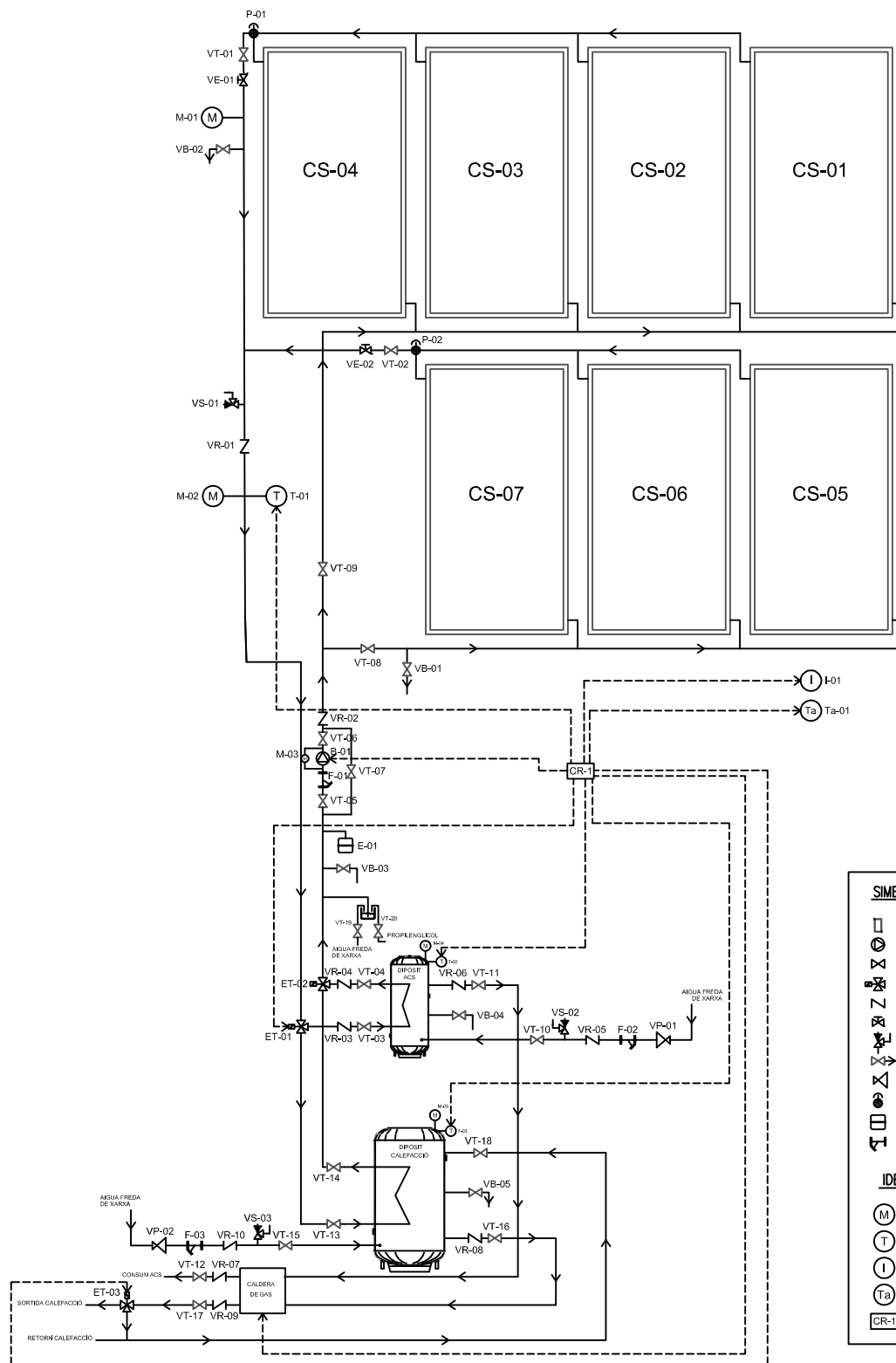
Bescanviador soterrat

Dipòsit ACS



Nº Plànol: 11/15	Projecte: Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS per una vivenda a partir d'energies renovables	Tècnic: Ruben Caballero Lopez i Ruben Ferrer Amorós
Escala: 1:75	Definició del plànol: Emplaçament instal·lació geotèrmica	Promotor: Lluïsa F. Cabeza i Laia Miró Toran
Data: 22/11/2011		La Propietat:
Localització: Maganers (Lleida)		El Tècnic:





#### SIMBOLOGIA DE VÁLVULAS Y ACCESORIOS

- : CAPTADOR SOLAR
- : BOMBA DE CIRCULACIÓ
- : VÁLVULA DE TALL
- : ELECTROVÁLVULA DE TRES VÍAS
- : VÁLVULA ANTIRETORN
- : VÁLVULA D'EQUILIBRAT
- : VÁLVULA DE SEGURETAT
- : VÁLVULA DE BUIDAT
- : VÁLVULA REDUCTORA DE PRESSIÓ
- : PURGADOR D'AIRE
- : VAS D'EXPANSIÓ
- : FILTRE DE PARTÍCULES

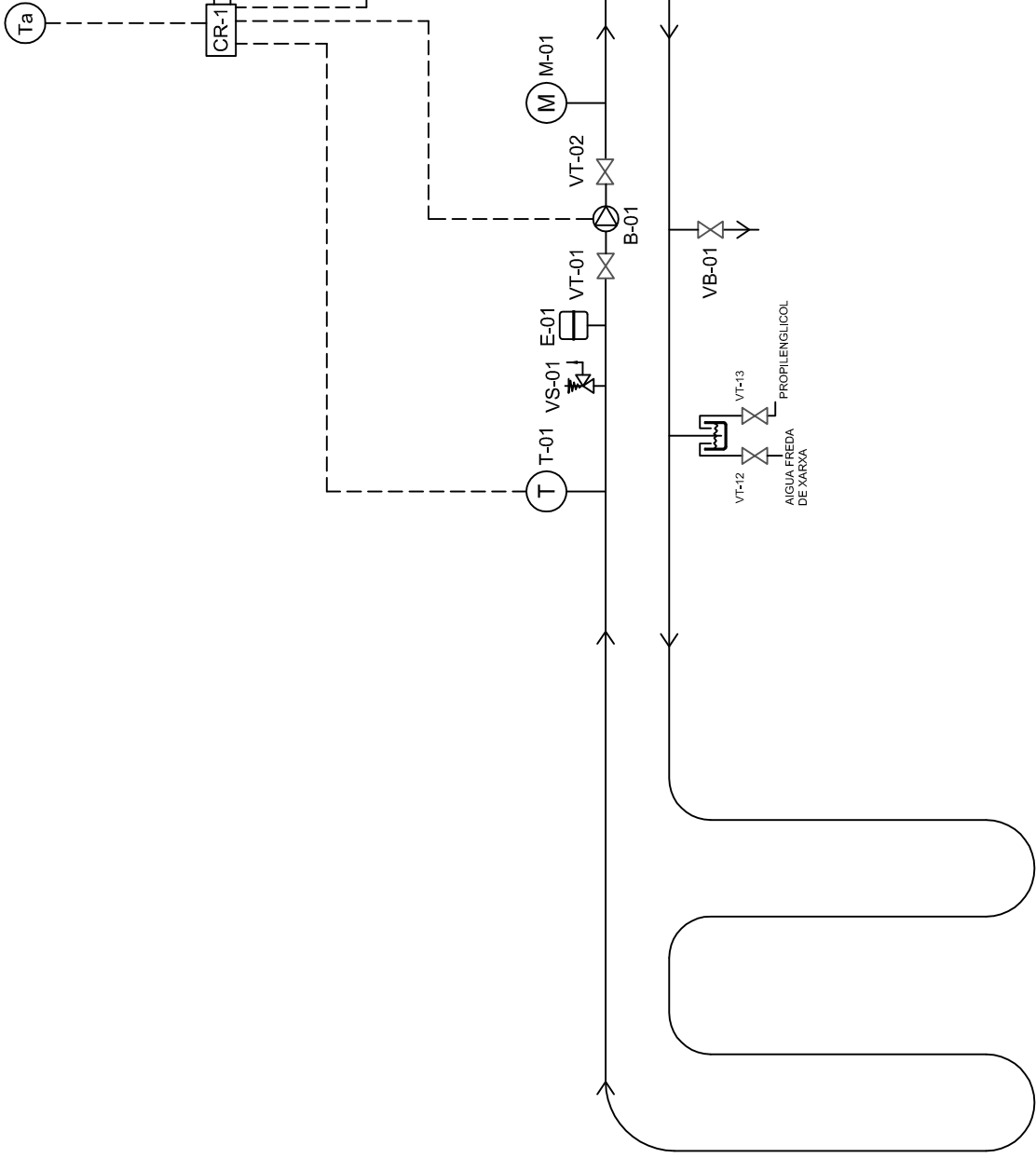
#### IDENTIFICACIÓ DE INSTRUMENTACIÓ














- (M) : Manòmetre
- (T) : Sonda de temperatura
- (I) : Sensor de radiació solar
- (Ta) : Sonda de temperatura ambient
- (CR-1) : Centralita de regulació

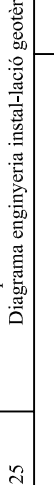
- El DN de les vàlvules i accessoris, si no existeix indicació expressa, coincideix amb el DN de la canonada on es troba.
- La PN de les vàlvules i accessoris, si no existeix indicació expressa, coincideix amb la PN de la canonada on es troba.

Nº Plànol: 12/15	Projecte: Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS per una vivenda a partir d'energies renovables	Tècnic: Ruben Caballero Lopez i Ruben Ferrer Amorós
Escala: 1:45	Definició del plànol: Diagrama enginyeria instal·lació solar tèrmica	Promotor: Lluïsa F. Cabeza i Laia Miró Toran
<b>Escola Politècnica Superior</b>		La Propietat:
Data: 22/11/2011		El Tècnic:
Localització: Magraners (Lleida)		



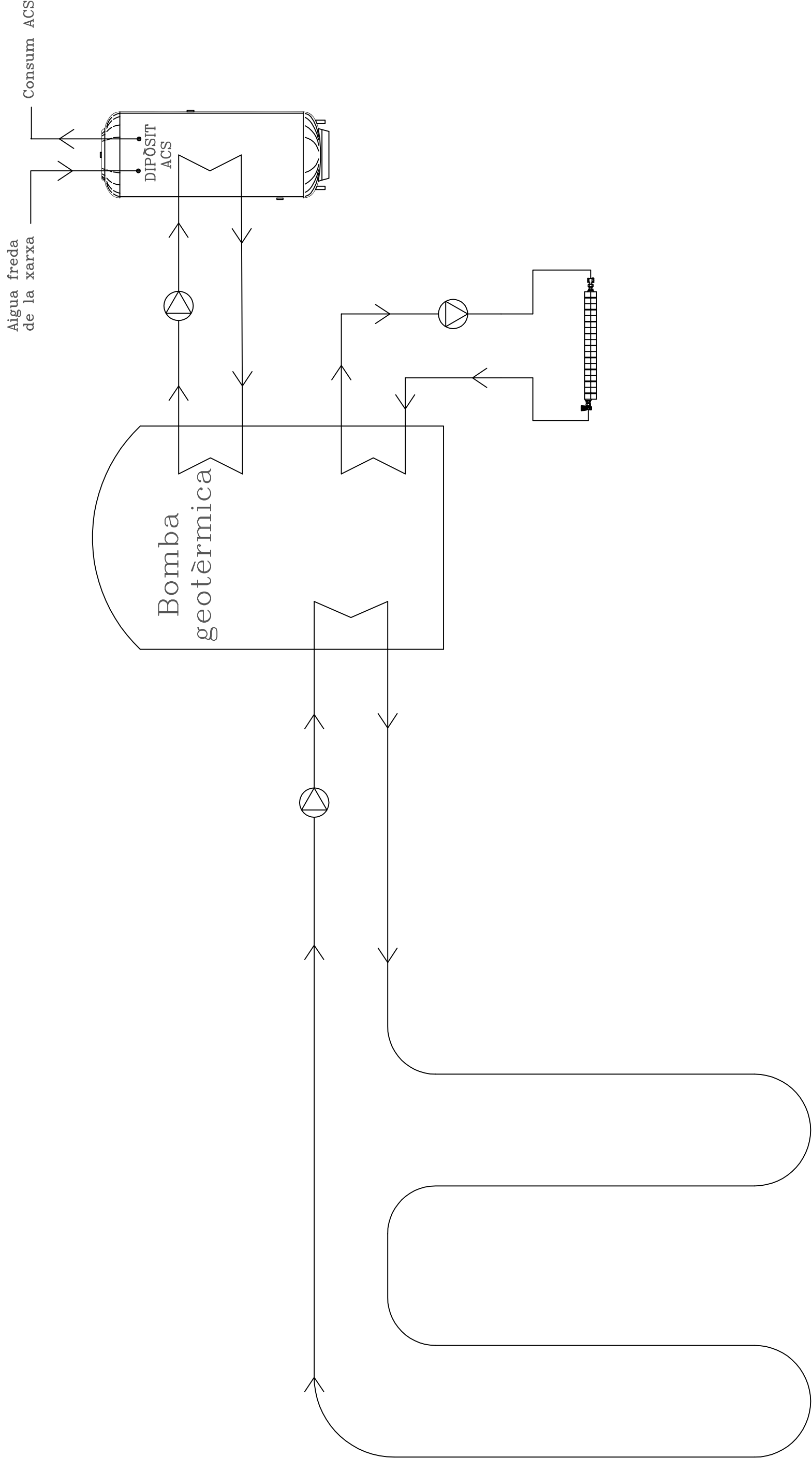


	: BOMBA DE CALOR		: Manòmetre
	: BOMBA DE CIRCULACIÓ		: Sonda de temperatura
	: VÀLVULA DE TALL		: Sonda de temperatura ambient
	: VÀLVULA ANTIRETORN		: Centralleta de regulació
	: VÀLVULA DE SEGURETAT		
	: VÀLVULA DE BUIDAT		
	: VÀLVULA REDUCTORA DE PRESSIÓ		
	: VAS D'EXPANSIÓ		
	: FILTRE DE PARTICULES		

Nº Plànol: 13/15	Projecte: Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS per una vivenda a partir d'energies renovables	Tècnic: Ruben Caballero Lopez i Ruben Ferrer Amorós	
Escala: 1:25	Definició del plànol: Diagrama enginyeria instal·lació geotèrmica	Promotor: Lluís F. Cabeza i Laia Miró Toran	
		Data: 22/11/2011	El Tècnic:
		Localització: Maganers (Lleida)	



**Escola Politécnica Superior**



Nº Plànol: 15/15	Projecte: Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS per una vivenda a partir d'energies renovables	Tècnic: Ruben Caballero Lopez i Ruben Ferrer Amorós
Escala: 1:12	Definició del plànol: Diagrama procés instal·lació geotèrmica	Promotor: Lluïsa F. Cabeza i Laia Miró Toran
Data: 22/11/2011		La Propietat:
Localització: Maganers (Lleida)		El Tècnic:

## **7.- PLEC DE CONDICIONS**



## Índex del Plec de condicions

7. Plec de condicions .....	363
7.1. Normativa.....	363
7.2. Plec de condicions plaques solars tèrmiques.....	364
7.3. Manteniment instal·lació i posta en marxa .....	364
7.3.1. Muntatge .....	364
7.3.1.1. Generalitats .....	365
7.3.1.2. Muntatge de canonades i accessoris .....	367
7.3.2. Posta en marxa .....	372
7.3.3. Manteniment instal·lació solar tèrmica.....	372
7.3.4. Manteniment de les bombes de circulació.....	379
7.3.4.1. Posta en marxa .....	379
7.3.4.2. Manteniment.....	380
7.3.5. Manteniment dels dipòsits d'acumulació .....	380
7.3.6. Manteniment del vas d'expansió.....	381
7.3.7. Manteniment de les canonades .....	382
7.3.8. Manteniment de les vàlvules.....	386
7.3.9. Manteniment de la caldera.....	387
7.3.9.1. Indicacions de seguretat .....	387
7.3.10. Protecció contra el gel i la falta de circulació d'aigua .....	388
7.3.11. Regulació i control.....	389
7.4. Full d' especificacions tècniques de les plaques solars tèrmiques .....	391
7.5. Plec de condicions sistema geotèrmic .....	419
7.5.1. Informació general de la instal·lació .....	419
7.5.2. Manteniment i posta en marxa de la bomba de calor .....	419
7.5.2.1. Posta en marxa de la bomba de calor .....	419
7.5.2.2. Manteniment de la bomba de calor .....	421



---

7.5.3. Manteniment i posta en marxa de les bombes de circulació .....	421
7.5.3.1. Posta en marxa de les bombes de circulació.....	421
7.5.3.2. Manteniment de les bombes de circulació .....	422
7.5.4. Col·locació de les canonades .....	423
7.5.5. Pressió de seguretat .....	423
7.5.6. Emplenament i purga de la instal·lació .....	424
7.5.7. Comprovacions .....	424
7.6. Full d' especificacions dels components de la instal·lació geotèrmica .....	425



## 7. Plec de condicions

### 7.1. Normativa

La instal·lació solar tèrmica com la geotèrmica calen que compleixi les normes i reglaments que es descriuen a continuació i la reglamentació vigent durant la realització de les obres.

- ✓ UNE 157001:2002 Criteris generales per l'elaboració de projectes, i les corresponents normes de consulta interiors.
- ✓ Normes UNE-EN ISO de dibuix tècnic.
- ✓ Reglament de les Instal·lacions Tèrmiques als Edificis (RITE) i les seves Instruccions Tècniques Complementaries (ITC).
- ✓ Código Técnico de la Edificación (CTE).
- ✓ Normes UNE referents als càlculs d'instal·lacions de calefacció, ACS i col·lectors solars tèrmics.
- ✓ Normes UNE i referents als materials i dispositius utilitzats.
- ✓ UNE EN 12975 - 2:2002 Sistemes solars tèrmics i components. Captadors solars. Part 2: Mètodes d'assaig.
- ✓ Reial Decret Legislatiu 1.302/1986 del 28 de Juny, sobre avaluació del impacte ambiental. (BOE 30-6-86).
- ✓ Reial Decret del 30 de setembre de 1998. Reglament per l'execució del Reial.
- ✓ Decret Legislatiu. 302/1986, de 28 de juny, d'avaluació d'impacte ambiental.



## 7.2. Plec de condicions plaques solars tèrmiques

## 7.3. Manteniment instal·lació i posta en marxa

### 7.3.1. Muntatge

Tal i com indica la ITE 05 del RITE, el muntatge de la instal·lació haurà de ser efectuat per una empresa instal·ladora, registrada segons la ITE 11 del mateix document.

Les normes que es desenvolupen en la mencionada ITE 05, han d'entendres com la exigència dels treballs de muntatge, proves i neteja es realitzin correctament, per tal d'assegurar que:

- ✓ La instal·lació a la seva entrega, compleixi amb els requisits que senyala el capítol segon del RITE.
- ✓ L'execució de les tasques parcials interfereixi el menys possible amb el treball d'altres oficis.

És responsabilitat de l'empresa instal·ladora el compliment de la bona pràctica desenvolupada en aquest epígraf. L'empresa instal·ladora seguirà estrictament els criteris exposats en els documents del projecte d'instal·lació.

L'empresa instal·ladora haurà d'efectuar els dibuixos detallats dels equips, aparells etc, que indiquin clarament dimensions, espais lliures, situació de les connexions, pes i tota altra informació sigui necessària per la seva correcta avaluació.

Els plànols i esquemes de detall podran ser substituïts per follets o catàlegs dels fabricants de l'equip o aparell. L'empresa instal·ladora anirà emmagatzemant en un lloc establert prèviament tots els materials necessaris per executar l'obra, de forma escalonada segons necessitats.

Abans de començar els treballs de muntatge l'empresa instal·ladora haurà d'efectuar el replanteig de tots i cadascun dels elements de la instal·lació. El replanteig haurà de contar amb l'aprovació del director de la instal·lació.

---

7. Plec de condicions





La empresa instal·ladora haurà de cooperar plenament amb els altres contractistes, entregant tota la documentació necessària a fi de que els treballs transcorrin sense interferències ni retràs.

#### **7.3.1.1. Generalitats**

Els materials vindran de fàbrica convenientment embalats amb l'objecte de protegir-los contra els elements climatològics i cops durant el transport, així com durant la seva permanència en un lloc d'emmagatzematge.

Els embalatges de components pesats o voluminosos disposaran dels convenients reforços de protecció i elements per enganxar que facilitin les operacions de càrrega i descàrrega, amb la deguda seguretat i correcció.

Externament a l'embalatge i en un lloc visible es col·locaran etiquetes que indicaran inequívocament el material contingut en el seu interior. A l'arribada a l'obra es comprovarà que les característiques tècniques de tots els materials corresponguin amb les especificades en el projecte.

#### **Protecció**

Durant l'emmagatzematge en l'obra i una vegada instal·lats es deuran protegir tots els materials de desperfectes i danys, així com de la humitat. Les obertures de connexió de tots els aparells i equips hauran d'estar convenientment protegides durant el transport, emmagatzematge i muntatge, fins tant no procedeixi la seva unió.

Les proteccions hauran de tenir forma i resistència adequada per evitar l'entrada de cossos estranys i brutícies, així com els danys mecànics que puguin sofrir les superfícies d'acoblament de brides, rosques, maneguets, etc.

Si es de témer l'oxidació de les superfícies anomenades, aquestes s'hauran de recobrir amb pintures antioxidant, greixos o olis que hauran de ser eliminats



en el moment del acoblament. S'haurà de tenir compte especial amb als materials fràgils i delicats, com materials aïllants, aparells de control i mesura etc, que hauran de quedar protegits.

### **Neteja**

Durant el muntatge de les instal·lacions s'hauran d'evacuar de l'obra tots els materials sobrants de treballs efectuats amb anterioritat, com embalatges, retalls de canonades, materials aïllants, etc. Així mateix, a la fi de l'obra, s'hauran de netejar perfectament de qualsevol brutícia totes les parts de la instal·lació.

### **Sorolls i vibracions**

Tota instal·lació haurà de funcionar, baix qualsevol condició de càrrega, sense produir sorolls o vibracions que es puguin considerar inacceptables o que sobrepassin els nivells màxims establerts en el RITE.

Les correccions que hagin d'introduir-se en els equips per reduir els sorolls o vibracions hauran d'adequar-se a les recomanacions del fabricant de l'equip.

### **Accessibilitat**

Els elements de mesura, control, protecció i maniobra s'hauran de instal·lar en llocs visibles i fàcilment accessibles, sense necessitat de desmuntar ninguna part de la instal·lació, particularment quant compleixin funcions de seguretat.

Els equips que necessitin operacions periòdiques de manteniment hauran de situar-se en emplaçaments que permetin la plena accessibilitat de totes les seves parts, atenent als requeriments mínims mes exigents entre els marcats per la reglamentació vigent i les recomanacions del fabricant.

Per aquells equips dotats de vàlvules, comportes, unitats terminals, elements de control, etc, que per alguna raó hagin de quedar ocults, es preveurà un



sistema d'accés fàcil per mitjà de portes, mampares, panells o altres elements.

La situació exacta d'aquests elements d'accés serà subministrada durant la fase de muntatge i quedarà reflectida en els plànols finals de la instal·lació.

### **Senyalització**

Les conduccions de la instal·lació hauran d'estar senyalitzades amb franges, anells i fletxes disposades sobre la superfície exterior de les mateixes o del seu aïllament tèrmic, en el cas de que el tinguin, d'acord amb lo indicat en UNE 100100.

#### **7.3.1.2. Muntatge de canonades i accessoris**

##### **Generalitats**

Abans de començar amb el muntatge s'ha de verificar que les canonades estiguin en bon estat, que no estiguin trencades, aixafades o oxidades. S'instal·laran de forma ordenada, disposant-les, sempre que sigui possible, paral·lelament a tres eixos perpendiculars entre sí i paral·lels als elements estructurals de la vivenda, sense tenir en compte la pendent que s'ha de tenir en compte en la horitzontal.

La separació entre la superfície exterior de la canonada i qualsevol element ha de ser suficient per tal de permetre la manipulació i el manteniment tant de l'aïllant tèrmic (si existeix), com de qualsevol altre element de la instal·lació.

Les vàlvules roscades s'acoblaran correctament a les canonades, de manera que no hi pugui haver cap mena d'interferència entre aquestes i l'obturador. L'alineació de les canalitzacions en unions, canvis de secció i derivacions es realitzarà sense forçar les canonades, utilitzant els corresponents accessoris o peces especials.



Per la realització dels canvis de direcció s'utilitzaran preferentment peces especials, unides a les canonades mitjançant rosca, soldadura, encolat o brides.

Quan les corbes es realitzin per encintat de la canonada, la secció transversal no podrà reduir-se ni deformar-se, la corba podrà fer-se corrugada per conferir major flexibilitat.

### **Connexions**

Les connexions dels equips i els aparells a les canonades es realitzaran de tal manera que entre la canonada i l'equip no es transmeti cap esforç, degut al pes propi i les vibracions. Les connexions hauran de ser fàcilment desmuntables a fi de facilitar l'accés a l'equip en cas de separació o substitució.

Els elements accessoris de l'equip, tals com vàlvules, instruments de mesura etc., hauran de instal·lar-se abans de la part desmuntable de la connexió, cap a la xarxa de distribució. S'admeten canonades roscades de les canonades als equips o aparells solament quant el diàmetre sigui igual o menor que DN 50.

### **Unions**

Segons el tipus de canonada empleada i la funció que aquesta hagi de complir, les unions poden realitzar-se per soldadura, encolat, rosca, brida, compressió mecànica o junta elàstica. Els extrems de les canonades es prepararan de forma adequada al tipus d'unió que s'hagi de realitzar.

Abans d'efectuar una unió, es repassaran i netejaran els extrems de les canonades per eliminar les reblaves que s'hagin format al tallar-les i qualsevol altre impuresa que es pugui haver dipositat en el interior o en la superfície exterior, utilitzant els productes recomanats pel fabricant.



La neteja de les superfícies de les canonades de coure i de materials plàstics haurà de fer-se de manera acurada, ja que depèn l'estanquitat de la unió. Les canonades s'instal·laran amb el menor nombre d'unions, en particular, no es permet l'aprofitament de retalls de canonades en trams rectes.

Entre les dos parts de les unions s'interposarà el material necessari per l'obtenció d'una estanquitat perfecta i duradora, a la temperatura i pressió de servei.

Quan es realitzi la unió de dos canonades, directament o a través d'un accessori, aquelles no es deuen forçar per aconseguir que els extrems coincideixin en el punt d'acoblament, si no que es deuen haver tallat i col·locat amb la deguda exactitud.

No es realitzaran unions en el interior dels mànegues que travessin murs, forjats o altres elements estructurals. Els canvis de secció en les canonades horitzontals s'efectuaran amb mànegues excèntriques i amb canonades enrasades per la generatriu superior per evitar la formació de bosses d'aire.

En les derivacions horitzontals realitzades en trams horitzontals s'enrasaran les generatrius superiors de la canonada principal i del ramal.

### **Mànegues passa murs**

Les mànegues passa murs es deuen col·locar en l'obra o en elements estructurals quan s'estiguin executant. L'espai compres entre la m i la canonada s'haurà d'emplenar amb una massilla plàstica, que segelli totalment el pas i permeti la lliure dilatació de la conducció.

Les mànegues es deuen acabar a ras de l'element d'obra, menys quant passin a través de forjats, en tal cas, deuen sobresortir uns 2 cm per la part superior.



Es construiran amb un material adequat i amb unes dimensions suficient per a que pugui passar la canonada amb el seu aïllament tèrmic. Però sense superar 3 cm de diferència.

Quant la mànega travessi un element al que se l'exigeixi una determinada resistència al foc, la solució constructiva del conjunt mantindrà, com a mínim, la mateixa resistència.

### **Pendents**

La col·locació de la xarxa de distribució del fluid caloportador es farà sempre de manera que s'eviti la formació de bosses d'aire. En els trams horitzontals les canonades tindran una pendent ascendent fins al purgador més pròxim. El valor de la pendent serà igual al 0,2 % com a mínim.

Els radis de curvatura seran els màxims que permeti l'espai disponible. Les derivacions hauran de formar un angle de 45° entre l'eix del ramal i l'eix de la canonada principal. L'ús de colzes o derivacions amb angles de 90° està permès només quant l'espai disponible no deixi altre alternativa o quant es necessiti equilibrar un circuit.

Si per característiques de l'obra s'han d'instal·lar trams amb menys pendent que l'indicada, s'utilitzaran canonades de diàmetre immediatament major que el calculat.

### **Purgues**

En circuits tancats, on es creïn punts alts deguts al traçat o a les pendents nomenades anteriorment, s'instal·laran purgadors per tal de poder eliminar l'aire que hi pugui quedar, preferiblement de manera automàtica.



Aquests elements han de ser accessibles i han de tenir la descàrrega aire - aigua visible, sempre hi quant no estiguin instal·lats sobre certes unitats terminals.

### **Suports**

Per tal de reduir la possibilitat de transmissió de vibracions, formació de condensacions i corrosió s'hauran de separar les canonades dels suports metàl·lics mitjançant material flexible no metàl·lic, que compleixen les necessitats de duresa i espessor necessàries per a la funció que realitzen.

Per al dimensionat, i la disposició dels suports de les canonades es seguiran les prescripcions marcades per la norma UNE corresponents al tipus de canonada.

### **Proves de lliure dilatació**

Una vegada que les proves anteriors hagin set satisfactòries i s'hagin comprovat hidroestàticament els elements de seguretat, la instal·lació es portarà fins la temperatura de tarat dels elements de seguretat, havent anul·lat prèviament l'actuació dels aparells de regulació automàtica.

Durant el refredament de la instal·lació i al finalitzar el mateix, es comprovarà visualment que no hagin hagut deformacions apreciables en cap element o tram de canonada i que el sistema d'expansió ha funcionat correctament.

### **Altres proves**

També són punts de comprovació la qualitat de la instal·lació, el grau de confort i seguretat i l'estalvi energètic. Es tindrà molt en compte en comprovar el bon funcionament de la regulació automàtica del sistema.



### 7.3.2. Posta en marxa

Per tal de garantir l'eficient aprofitament de l'energia solar, i garantir també una llarga vida útil als components de la instal·lació, és de gran importància el procés de posta en marxa i la seva correcta realització.

Primerament, quan estiguin connectats tots els elements del circuit primari d'energia solar, es procedeix a omplir la instal·lació, de manera que la pressió de l'aigua de xarxa no superi 450 kPa, introduint alhora el líquid anticongelant en el circuit, deixant oberts els purgadors manuals oberts.

Després es programa la central electrònica de regulació segons les condicions establertes.

### 7.3.3. Manteniment instal·lació solar tèrmica

El manteniment de la instal·lació serà dut a terme, principalment, pel propietari o l'usuari de la instal·lació, és per aquest motiu que és necessari que aquesta persona conegui les diferents parts i components de la instal·lació per detectar possibles problemes de funcionament.

En el document HE-4 del CTE es defineixen dos esglaons complementaris d'actuació, per tal de dur a terme una bona vigilància dels equips, tant pel seu bon funcionament com per obtenir la màxima eficiència. Aquests dos grups que engloben les diferents operacions de manteniment són el pla de vigilància i el pla de manteniment preventiu.

#### **Pla de vigilància**

Dins d'aquest pla s'engloben les operacions que permeten assegurar que els valors operacionals de la instal·lació són els correctes. És un pla d'observació simple dels paràmetres funcionals principals, per tal de verificar el bon funcionament de la instal·lació. Les operacions a realitzar es mostren a la Taula 1, extreta del CTE.





Ruben Ferrer Amorós  
Ruben Caballero Lopez



Elemento de la instalación	Operación	Frecuencia (meses)	Descripción
CAPTADORES	Limpieza de cristales	A determinar	Con agua y productos adecuados
	Cristales	3	IV condensaciones en las horas centrales del día.
	Juntas	3	IV Agrietamientos y deformaciones.
	Absorbedor	3	IV Corrosión, deformación, fugas, etc.
	Conexiones	3	IV fugas.
	Estructura	3	IV degradación, indicios de corrosión.
CIRCUITO PRIMARIO	Tubería, aislamiento y sistema de llenado	6	IV Ausencia de humedad y fugas.
	Purgador manual	3	Vaciar el aire del botellín.
CIRCUITO SECUNDARIO	Termómetro	Diaria	IV temperatura
	Tubería y aislamiento	6	IV ausencia de humedad y fugas.
	Acumulador solar	3	Purgado de la acumulación de lodos de la parte inferior del depósito.

<sup>(1)</sup> IV: inspección visual

*Taula 1-Manteniment pel sistema de captació*

Les recomanacions del fabricant dels col·lectors solars que s'utilitzaran en el present projecte, TAKAMA T2-Inox Tridimensional, bàsicament són:

- ✓ Una instal·lació en un lloc lliure d'ombres, amb la orientació i la inclinació indicades pel projectista
- ✓ Fixacions sobre una superfície estable i sòlidament ancorada.

### **Pla de manteniment**

Són les operacions d'inspecció visual, verificació d'actuacions i altres, que aplicats a la instal·lació han de permetre mantenir dins dels límits acceptables les condicions de funcionament, prestacions, protecció i durabilitat de la instal·lació.

El manteniment implicarà, com a mínim, una revisió anual de la instal·lació per a instal·lacions amb una superfície de captació inferior a 20 m<sup>2</sup> i una revisió cada sis mesos per instal·lacions amb una superfície superior a 20 m<sup>2</sup>.

El pla de manteniment l'ha de realitzar una persona que conegui la tecnologia solar tèrmica i les instal·lacions mecàniques en general. La instal·lació tindrà un llibre de manteniment on quedin reflectides totes les operacions realitzades així com el manteniment correctiu.



Cadascun dels sistemes tenen les seves pròpies operacions de manteniment, que queden detallades de la Taula 2 fins la Taula 7.

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Captadores	6	IV diferencias sobre original. IV diferencias entre captadores.
Cristales	6	IV condensaciones y suciedad
Juntas	6	IV agrietamientos, deformaciones
Absorbedor	6	IV corrosión, deformaciones
Carcasa	6	IV deformación, oscilaciones, ventanas de respiración
Conexiones	6	IV aparición de fugas
Estructura	6	IV degradación, indicios de corrosión, y apriete de tornillos
Captadores*	12	Tapado parcial del campo de captadores
Captadores*	12	Destapado parcial del campo de captadores
Captadores*	12	Vaciado parcial del campo de captadores
Captadores*	12	Llenado parcial del campo de captadores

\* Operaciones a realizar en el caso de optar por las medidas b) o c) del apartado 2.1.

<sup>(1)</sup> IV: inspección visual

*Taula 2-Manteniment pel sistema de captació*

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Depósito	12	Presencia de lodos en fondo
Ánodos sacrificio	12	Comprobación del desgaste
Ánodos de corriente impresa	12	Comprobación del buen funcionamiento
Aislamiento	12	Comprobar que no hay humedad

*Taula 3-Manteniment pel sistema d'acumulació*

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Intercambiador de placas	12	CF eficiencia y prestaciones
	12	Limpieza
Intercambiador de serpentín	12	CF eficiencia y prestaciones
	12	Limpieza

<sup>1)</sup> CF: control de funcionamiento

*Taula 4-Manteniment pel sistema d'intercanvi*

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Fluido refrigerante	12	Comprobar su densidad y pH
Estanqueidad	24	Efectuar prueba de presión
Aislamiento al exterior	6	IV degradación protección uniones y ausencia de humedad
Aislamiento al interior	12	IV uniones y ausencia de humedad
Purgador automático	12	CF y limpieza
Purgador manual	6	Vaciar el aire del botellín
Bomba	12	Estanqueidad
Vaso de expansión cerrado	6	Comprobación de la presión
Vaso de expansión abierto	6	Comprobación del nivel
Sistema de llenado	6	CF actuación
Válvula de corte	12	CF actuaciones (abrir y cerrar) para evitar agarrotamiento
Válvula de seguridad	12	CF actuación

<sup>(1)</sup> IV: inspección visual

<sup>(2)</sup> CF: control de funcionamiento

*Taula 5-Manteniment pel sistema hidràulic*



Ruben Ferrer Amorós  
Ruben Caballero Lopez



Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Cuadro eléctrico	12	Comprobar que está siempre bien cerrado para que no entre polvo
Control diferencial	12	CF actuación
Termostato	12	CF actuación
Verificación del sistema de medida	12	CF actuación

<sup>(1)</sup> CF: control de funcionamiento

*Taula 6-Manteniment pel sistema elèctric i de control*

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Sistema auxiliar	12	CF actuación
Sondas de temperatura	12	CF actuación

<sup>(1)</sup> CF: control de funcionamiento

Nota: Para las instalaciones menores de 20 m<sup>2</sup> se realizarán conjuntamente en la inspección anual las labores del plan de mantenimiento que tienen una frecuencia de 6 y 12 meses.  
No se incluyen los trabajos propios del mantenimiento del sistema auxiliar.

*Taula 7-Manteniment pel sistema d'energia auxiliar*

### **Seguretat**

Per evitar les cremades que pot ocasionar el fet de treballar a temperatures elevades, la instal·lació s'haurà d'aïllar degudament per evitar contactes amb superfícies calentes.

Si aquest aïllament no és possible, s'assenyalarà la zona amb per tal que la persona que manipuli la instal·lació tingui present el risc al que està exposat. Per la manipulació d'elements connectats amb la corrent elèctrica, primer s'haurà de tallar l'alimentació de l'element i assegurar-nos de que no pugui ser connectada accidentalment.

S'haurà d'aïllar correctament tots els possibles borns o elements elèctrics que puguin ocasionar contacte amb alguna persona o amb algun element pròxim. La col·locació de l'estructura de suport i dels col·lectors solars (a la coberta del edifici) es realitzaran amb les mesures de seguretat necessàries per evitar possibles caigudes de l'operari o d'algun element físic que pugui ocasionar danys personals a tercers.

Els treballs realitzats durant la instal·lació i la posta en funcionament de l'equip solar, haurà de ser realitzada per personal qualificat, responsable de prendre



les mesures de precaució corresponents per minimitzar riscos i situacions de perill.

En cas de trencament del vidre d'algun col·lector, el més recomanable serà baixar tot el col·lector al terra per evitar manipular vidres trencats al sostre de la casa, sobretot en condicions climatològiques desfavorables, com vent, pluja,...

Cal parar especial atenció en no ingerir ni vessar productes químics o inhibidors de la corrosió, com la solució anticongelant. Els envasos d'aquests productes aniran degudament etiquetats per preveure'n un mal ús.

En cas de que algú pugui tenir contacte directe amb aquests productes s'esposen una sèrie de recomanacions que cal tenir en compte:

#### Mesures de primers auxilis:

- ✓ Ulls: pot causar irritació. Cal aclarir amb abundant aigua durant, al menys, 15 minuts, movent amb freqüència les parpelles. Si la irritació augmenta, cal acudir a un metge.
- ✓ Pell: pot causar irritació. Cal aclarir amb abundant aigua durant, al menys, 15 minuts, mentre es treu la roba i les sabates contaminades. S'ha d'acudir a un metge si la irritació augmenta i persisteix.
- ✓ Ingestió: pot causar irritació gastrointestinal amb nàusees, vòmits i diarrea. S'ha de beure aigua en abundància. Si els símptomes persisteixen, cal acudir a un metge.
- ✓ Inhalació: sense conseqüències. En cas de malestar, evitar l'exposició a la substància i ventilar amb aire fresc.

#### Mesures de transport:

- ✓ Vessament accidental, fugues: absorbir el vessament amb un material inert (serradures, sorra o terra), i posteriorment dipositar-ho en el contenidor adequat.



- ✓ Manipulació: rentar-se a consciència amb aigua i sabó després de la manipulació. Utilitzar amb ventilació adequada.
- ✓ Emmagatzematge: guardar en un lloc fresc i sec. Utilitzar un recipient tancat hermèticament. El producte s'ha de conservar en el seu contenidor original i aquest ha d'estar degudament etiquetat.

#### Protecció individual:

- ✓ Ulls: cal dur ulleres de protecció adequades.
- ✓ Pell: és necessari portar guants adequats per evitar el contacte amb la pell.
- ✓ Roba: portar mudes de protecció adequades per prevenir l'exposició de la pell.

#### **Prevenció de la legionel·la**

La legionel·la és una bactèria, *Legionella Pneumophila*, que forma part de l'entorn aquàtic natural, essent capaç de sobreviure a condicions ambientals extremes:

- ✓ Temperatures entre 5,7°C i 63°C.
- ✓ pH entre 5,5 i 8,1.
- ✓ oxigen dissolt entre 0,3 i 9,6 ppm i una conductivitat de 18-106  $\text{m/cm}$ .

La via d'infecció per les persones és mitjançant la inhalació de la legionel·la fins als pulmons, i encara que per això no es necessiten grans concentracions d'aquesta, això només succeeix quan la bactèria es troba en unes condicions adequades per la seva reproducció a gran escala.



La bactèria té un elevat creixement entre 20 °C i 45 °C, sent òptim entre 37 °C i 41 °C, i mor a temperatures superiors a 70 °C. Per tant, els sistemes de preparació centralitzats d'ACS amb acumulació estan entre els de major risc. Encara que no en el present projecte no es tracta amb un d'aquests sistemes, sempre es necessària una certa prevenció per evitar que aquesta bactèria prolifera en els sistemes d'aigua calenta.

### Mesures de prevenció per la legionel·la

- ✓ Per evitar riscos, segons normes UNE, la temperatura d'acumulació haurà de ser de com a mínim 55 °C, sent més recomanada 60 °C.
- ✓ El sistema d'escalfament haurà de poder arribar a temperatures de l'aigua de fins 70 °C de forma periòdica, per a la seva pasteurització quan sigui necessari.
- ✓ La temperatura de l'aigua de distribució no podrà ser inferior a 50 °C, en el punt més llunyà del circuit o a la canonada de retorn a l'entrada del dipòsit. Aquesta temperatura és un compromís entre la necessitat d'oferir un nivell de temperatura acceptable per a l'usuari, per prevenir el risc de cremades, i la necessitat d'aconseguir la temperatura necessària per reduir la multiplicació bacteriana.
- ✓ Cal netejar i desinfectar un cop l'any la instal·lació, i a més, abans de la posta en marxa inicial i després d'una parada llarga, o quan en una revisió rutinària es consideri necessari per indicis d'algun brot.
- ✓ La desinfecció tèrmica es farà elevat la temperatura de l'aigua de tot el circuit fins 70 °C o més, inclosos els dipòsits d'acumulació, xarxa de canonades i el punt més allunyat de subministrament, i mantenir-lo en aquestes condicions durant un mínim de dos hores. Per això, s'haurà de deixar córrer eventualment l'aigua de les aixetes fins aconseguir que



durant 5 minuts surti d'elles l'aigua a la màxima temperatura (Norma UNE 100.030-2001.IN).

### **Medi ambient**

El propilenglicol és una substància de caràcter innocu pel medi ambient, que no suposa cap perill per a la salut de les persones ni d'altres éssers vius i que es biodegrada en 30 dies.

No obstant, caldrà evitar-ne vessaments incontrolats i en cas de fuga s'haurà de solucionar immediatament l'anomalia, aturant el funcionament de la instal·lació solar.

En cap cas s'abocarà cap tipus de fluid amb una temperatura superior als 95 °C, temperatura a la que està calibrada la vàlvula de buidat del dipòsit acumulador. Un fluid a aquesta temperatura en quantitats controlades no suposa cap perill, tenint en compte que tan sols es preveu la possibilitat d'arribar a la temperatura de buidat durant els mesos de juliol i d'agost.

El fet d'utilitzar energia solar per escalfar aigua, evita que s'utilitzi una altra forma d'energia contaminant, i de la mateixa manera s'evita indirectament la dissipació del CO<sub>2</sub> que s'expulsaria a l'atmosfera, cosa que ens fa col·laborar amb el Protocol de Kyoto, representant una petita millora a escala global, però sent un gran pas per una situació energètica més sostinguda que l'actual, on el us d'energies renovables sigui més elevat, reduint així les dosis de gasos d'efecte hivernacle cap a l'atmosfera, i contribuint a la millora del medi ambient.

### **7.3.4. Manteniment de les bombes de circulació**

#### **7.3.4.1. Posta en marxa**

La bomba no s'ha d'instal·lar abans d'haver finalitzat els treballs de soldadura i neteja de les canonades. S'ha d'instal·lar en un lloc de fàcil accés, sense que hi hagi tensió, amb el motor en posició horitzontal i tenint en compte la fletxa situada en la carcassa que indica la direcció del fluid.

---

*7. Plec de condicions*



La connexió elèctrica l'ha de realitzar un electricista qualificat. S'ha d'introduir la mescla llesta per al seu ús, no utilitzar la bomba per fer la mescla. La cambra del rotor es purga automàticament després d'un breu període de funcionament. Un breu període de funcionament en sec no malmet la bomba.

S'ha de connectar la bomba breument per comprovar si el sentit de gir coincideix amb el de la fletxa de la carcassa de la bomba. Si no coincideix cal procedir de la següent forma:

- ✓ En cas d'arranc directe cal intercanviar les fases en el taulell dels borns del motor.
- ✓ En cas d'arranc estrella – triangle cal intercanviar en el taulell dels borns del motor els principi i final de dos bobines.

#### **7.3.4.2. Manteniment**

El tancament mecànic no requereix cap mena de manteniment. Durant la fase de rodatge pot gotejar lleugerament. No obstant, cal supervisar-la de tant en tant per comprovar que no existeixi cap fuga d'importància.

En el cas de que s'hagi de canviar, s'haurà de reemplaçar en la seva totalitat. En cas de buidat parcial o total de la instal·lació, cal buidar completament la bomba per evitar fenòmens de bloqueig.

Cal tenir cura de no malmetre la junta del cos de la bomba al realitzar les operacions de manteniment.

#### **7.3.5. Manteniment dels dipòsits d'acumulació**

S'ha de comprovar periòdicament el bon funcionament de la vàlvula de seguretat. Aquesta operació pot ser realitzada per l'usuari instruït per l'instal·lador. En cas de gelades, es imprescindible buidar el dipòsit.





Un cop l'any s'ha de revisar tota la instal·lació per l'instal·lador, comprovant-ne el funcionament, netejant l'interior de l'aparell.

### 7.3.6. Manteniment del vas d'expansió

La funció d'un vas d'expansió es mantenir en el punt més alt del circuit una pressió major que l'atmosfèrica per evitar l'entrada eventual d'aire al circuit a través de les juntes o unions.

Si la instal·lació està dotada d'un vas d'expansió tancat, s'ha de comprovar (amb la bomba parada) que la pressió mínima, (temperatura més baixa), sigui igual almenys a l'alçada del punt més alt de la instal·lació més un marge de sobrepressió de l'ordre de 2 metres de columna d'aigua, a fi d'evitar que qualsevol punt del circuit pugui quedar a pressió menor que l'atmosfèrica.

S'ha de comprovar també, que quan la temperatura de l'aigua és la més alta possible, la pressió màxima a la que s'arriba és inferior a la màxima pressió de funcionament de l'element o equip que la tingui més baixa en tota la instal·lació, i que a la vegada és inferior a la pressió de tara de la vàlvula de seguretat.

De no complir-se aquest requisit el volum del vas és petit, i s'ha de substituir per un altre més gran o col·locar-n'hi un altre en paral·lel amb l'existent. El vas d'expansió obert s'haurà d'instal·lar a una cota geomètrica de l'ordre de 2 metres superior a la del punt més alt del circuit.

Si el vas és de volum reduït, quan l'aigua es dilati per efecte de la temperatura es perdrà a través del rebossat. Al refredar-se es produirà una reposició d'aigua d'igual quantitat a la pèrdua, amb el consegüent perill de corrosió e incrustacions.



### 7.3.7. Manteniment de les canonades

Les canonades tenen la missió d'establir una xarxa que permeti la circulació del fluid caloportador des de la central de producció de fred o calor fins les unitats terminals i el seu retorn cedida o absorbida la quantitat de calor precisa.

Els materials més utilitzats són acer negre, acer galvanitzat, coure, PVC, plàstics especials (polietilè, etc.). El bon funcionament d'una xarxa de canonades pot ser afectat pels següents factors:

#### **Corrosió**

Representa el major problema de manteniment d'una xarxa de canonades quan aquestes són construïdes amb materials metàl·lics. La corrosió interior està motivada fonamentalment per l'oxigen dissolt a l'aigua.

Lògicament en circuits tancats hermèticament la corrosió s'elimina consumir-se l'oxigen present en l'aigua, però, en circuits oberts, la corrosió continua amb l'aportació continua d'oxigen, fins arribar a la perforació de la canonades. Tot i això, en circuits d'aigua refrigerada o calenta no es presenten grans problemes usals de corrosió.

Les canonades enterrades, estan exposades a la corrosió, en especial en terrenys humits i de naturalesa àcida, per lo que han d'estar aïllades del terreny per mitjà de suports o enfundades amb una coberta estanca a l'aigua. En ambdós casos, és preceptiu que la galeria per on passi la canonada estigui convenientment drenada.



### **Incrustacions**

Si les pèrdues d'aigua en una instal·lació són importants i l'aigua de reposició conté en gran quantitat sals de calci i magnesi, es produeixen a les canonades i altres elements del circuit, en particular en els llocs en que existeix escalfament del fluid, incrustacions que van obstruint-los poc a poc.

Per eliminar els efectes nocius provocats, el més eficaç és actuar sobre la causa que fa necessària la introducció d'aigua de reposició. En circuits oberts, com el d'aigua sanitària, on no es pot evitar l'entrada d'aigua de reposició, per evitar les incrustacions és convenient tractar l'aigua, abans de la seva introducció al circuit.

Si per falta de tractament d'aigua o un inadequat manteniment es produeixen incrustacions en un circuit, poden ser eliminades mitjançant mètodes mecànics o químics. Els primers poden realitzar-se només en aquelles parts de la instal·lació que puguin ser accessibles, realitzant-se normalment la neteja mitjançant escombretes d'acer, ja sigui de forma natural o automàtica.

En moltes ocasions, la neteja interior d'una xarxa de canonades es realitza mitjançant una solució àcida conjuntament amb substàncies inhibidores, que es bombegen a través del circuit amb característiques controlades de concentració, temperatura, temps de permanència, etc.

A continuació s'elimina la solució àcida del circuit, introduint-se posteriorment un neutralitzant i acabant l'operació amb un neteja d'aigua neta. Una altra manera per tractar les incrustacions i evitar la seva formació és l'anomenat tractament magnètic, consistent en la inserció al circuit d'un tram de canonades de longitud variable previst d'un iman permanent o un electroimant, que produeix un camp magnètic que modifica l'estructura molecular de les sals dissoltes, dipositant en forma de bosses fàcilment eliminables a les zones de menor velocitat de l'aigua.



Les incrustacions, apart de reduir la secció lliure de pas de les canonades i elements dels circuits, produeixen un efecte d'aïllament tèrmic que redueix l'intercanvi tèrmic tant de generadors com d'unitats terminals, que en determinades ocasions pot donar lloc a la destrucció de l'equip per sobreescalfament, com és el cas de calderes.

Es tradueixen sempre en un major consum energètic i una disminució de la calor útil transferida, a més d'una disminució de la vida útil de la instal·lació.

### **Cops d'ariet**

Aquest fenomen es presenta sovint en instal·lacions d'aigua sanitària, i té lloc quan un corrent líquid canvia bruscament de velocitat. Si el fenomen es produeix a causa del tancament ràpid d'una vàlvula, cal col·locar un limitador de la velocitat de tancament o instal·lar-se cambres d'aire per absorbir les sobrepressions produïdes a la xarxa.

### **Estanquitat**

Una xarxa de canonades ha de ser estanca al llarg de la seva vida útil, a fi de reduir el consum d'aigua i el cost del corresponent tractament a l'aigua de reposició.

És fonamental la unió de canonades i elements de la xarxa, que pugui realitzar-se mitjançant unions roscades o brides. El primer cas, que s'utilitza usualment per diàmetres de fins 40 mm, si aquestes unions no estan perfectament executades poden donar lloc a pèrdues molt importants de fluid.

La unió per brides està constituïda per dos brides, la corresponent junta i els cargols de subjecció i tancament. Les dos brides han d'estar construïdes sota les especificacions d'una mateixa norma i dimensionar-se per la màxima pressió de treball del sistema.



Les juntes per la seva part poden ser de goma o de mescles amb amiant (en el camp de la climatització). Les primeres poden suportar temperatures de l'ordre de 120 °C i les segones de fins 400 °C.

Un punt important és la pressió que s'ha d'exercir sobre la junta, ja que d'ella depèn realment l'estanquitat del sistema. A les juntes de goma s'ha d'arribar, almenys, pressions de 275 bars i de 800 bars per les d'amiant.

### **Suports i dilatacions**

Com s'ha comentat anteriorment, una xarxa de canonades ha d'estar correctament suportada i ser lliure de dilatar-se o contraure's amb les variacions de temperatura.

Cal assenyalar que molts dels sorolls que es produeixen en una xarxa de canonada, són produïdes per la dilatació, quan no pot tenir lloc lliurement. Els punts fixes han d'estar ancorats fortament a l'estructura de l'edifici, instal·lant-se entre cada dos punts fixes un element que permeti la dilatació o contracció de la canonades, espaïant-se els suports de manera que no es superi el valor de 0,2% de la fletxa de la canonada.

La lliure dilatació de la canonada entre dos punts fixes, pot aconseguir-se mitjançant la col·locació de rodets entre canonada i suports intermedis, o bé fent flexibles aquests últims mitjançant molles.

És evident que les canonades han d'estar dotades de suports a cada costat dels elements de gran pes que poden anar intercalats a la xarxa. Una altra font de soroll a les canonades pot ser la presència de bosses d'aire al circuit, que podem resoldre mitjançant la col·locació de purgadors als punts alts de la xarxa.

El soroll provocat per un excés de velocitat del fluid a la instal·lació, pot resoldre's únicament augmentant el calibre de les canonades. Caldrà col·locar



suports a les canonades de plàstic, ja que la dilatació d'aquest tipus de material és molt superior a la de les canonades d'acer, a iguals de condicions.

### **Aïllament tèrmic**

L'aïllament tèrmic de canonades i equips s'ha de mantenir sempre en condicions òptimes ja que es fonamental per l'estalvi d'energia. Un bon aïllament ha de posseir les següents condicions:

- ✓ Espessor i característiques adequades a les temperatures de treball.
- ✓ Resistir els esforços mecànics normals.
- ✓ Estar fermament units a la superfície recoberta per aïllament.
- ✓ Unions ajustades i sobreposades si és de varies capes.
- ✓ Estar protegit exteriorment de sol·licitacions mecàniques anòmales.
- ✓ Protecció exterior contra la penetració d'aigua.
- ✓ Estar protegit amb una barrera antivapor quan el fluid està a temperatures inferiors a l'ambient.

Un bon manteniment consisteix fonamentalment a la correcció immediata dels defectes que poden alterar les característiques anteriorment anomenades, així com en aïllar tots aquells elements de la instal·lació que no ho estiguin, sent convenient que aquests aïllaments siguin desmuntables a fi de poder procedir a una eventual reparació sense necessitat de danyar irreparablement l'aïllament.

### **7.3.8. Manteniment de les vàlvules**

El manteniment dels diferents tipus de vàlvules és molt senzill, i consisteix en les següents operacions bàsiques:

- ✓ Lubricar la rosca del cargol.
- ✓ Canviar l'empaquetadora.
- ✓ Canviar la junta del seient.
- ✓ Esmerilar l'obturador sobre el seient.



Normalment aquestes operacions poden realitzar-se sense la necessitat de desmuntar el cos de la vàlvula de la canonada.

### 7.3.9. Manteniment de la caldera

Respecte al manteniment de la caldera, les operacions corresponents es faran seguint instruccions del fabricant i instal·lador. Abans de fer funcionar la caldera, caldrà assegurar-se de que la clau de pas de gas estigui oberta així com les claus de manteniment i d'aigua freda.

La pressió de l'aigua de calefacció haurà de estar entre 1 i 2 bars, de tal manera que si excedís els 3 bars a la temperatura de calefacció màxima, la vàlvula de seguretat s'activaria.

Si la pressió és menor de 1 bar, caldrà reomplir d'aigua fins superar aquesta pressió. La regulació de la calefacció es farà a través del termòstat ambient, situat dins la casa. L'usuari ha d'efectuar un manteniment i control periòdic de l'aparell, a més de ser el responsable de la seguretat i compatibilitat amb el medi ambient de la instal·lació.

Com a mínim, l'aparell ha de rebre un manteniment per personal qualificat una vegada a l'any.

#### 7.3.9.1. Indicacions de seguretat

En cas d'olor a gas:

- ✓ Tancar la clau del gas.
- ✓ Obrir les finestres.
- ✓ No connectar cap interruptor elèctric.
- ✓ Apagar les possibles flames.
- ✓ Trucar, des d'un altre punt, a la companyia de gas i a un tècnic autoritzat.



En cas d'olor a gasos cremats:

- ✓ Desconnectar l'aparell.
- ✓ Obrir les finestres i portes.
- ✓ Avisar un instal·lador.

En cas de modificació de l'emplaçament o altres modificacions:

- ✓ Muntatge i modificació de l'aparell només poden efectuar-se per un tècnic autoritzat.
- ✓ Els conductes de gasos cremats no es poden modificar.

Altres:

- ✓ No emmagatzemar ni utilitzar matèries inflamables en les proximitats de l'aparell.

### 7.3.10. Protecció contra el gel i la falta de circulació d'aigua

Per aconseguir evitar la formació de gel al circuit, motivat per les condicions climatològiques externes, les solucions més comuns són:

- ✓ *Buidar l'aigua de la instal·lació*, no garanteix un drenatge complet, donat que les canonades són normalment llargues i de petit diàmetre, i no poden dissenyar-se les bateries amb pendent fins a un punt de buidat, de manera que només pot aconseguir-se, en moltes ocasions, el buidat complet amb la injecció d'aire comprimit.
- ✓ Introduir substàncies anticongelants per augmentar el punt de solidificació de la mescla fins temperatures extremes no assolides normalment per l'ambient, cal tenir molt present que la seva introducció al circuit redueix el coeficient de transmissió de calor i augmentar la potència absorbida per la bomba.





- ✓ Escalfar l'entorn de l'equip o canonada a temperatura superior a la de congelació del fluid caloportador, representa un desaprofitament energètic important. En el cas de canonades pot utilitzar-se una resistència elèctrica, tipus cable o cinta enrotllada sobre la canonada i sota l'aïllament.

S'ha de considerar que els dispositius de protecció contra el gel són l'última protecció de l'equip, per lo que aquest no ha d'estar mai forçat a funcionar quan s'ha disparat el dispositiu de seguretat.

En qualsevol cas, els dispositius de seguretat s'han de reactivar manualment i abans de ficar en funcionament la instal·lació cal esbrinar i corregir la causa que va motivar l'accionament de la protecció.

Els punts d'una instal·lació als que s'ha de prestar atenció especial degut al problema de formació de gel són:

- ✓ Bateria sobre les que pot circular aire a temperatures inferiors a 0° C.
- ✓ Canonades situades en espais no calefactats o al exterior.
- ✓ Vaso d'expansió instal·lats a la coberta de l'edifici.

S'ha de fer notar que l'aïllament tèrmic solament serveix per retardar la formació de gel, en un temps que depèn evidentment de l'espessor de l'aïllament i de les temperatures exteriors. En climes benignes pot arribar a ser una protecció eficaç.

### 7.3.11. Regulació i control

Donada la variació substancial que presenten els sistemes de control, no és possible donar indicacions específiques per el manteniment d'aquestes instal·lacions, per això s'inclouen a continuació normes de caràcter general.



És bo recordar en tot moment la gran importància que els sistemes de regulació i control tenen en el correcte funcionament de les instal·lacions amb l'estalvi energètic. Una primera comprovació que cal realitzar periòdicament és l'arribada del fluid d'alimentació en condicions correctes al sistema.

S'hauran de netejar periòdicament les sondes i els reguladors, ja que la brutícia pot alterar les mesures del fenomen a controlar així com el funcionament dels òrgans reguladors.

S'haurà de comprovar usualment el correcte funcionament dels sistemes de control, actuant sobre l'element sensor o sobre el regulador i comprovant que l'actuador es mogui en el sentit correcte i entre les seves posicions extremes, i en els elements sobre els que es realitza la funció de l'actuador, vàlvules i comportes, comprovar-ne l'estanquitat.

Cal prestar especial atenció als aparells d'alarma i seguretat, ja que del seu bon funcionament depèn la integritat dels elements de la instal·lació i, en determinades ocasions, el propi mantenidor ha de comprovar que el punt d'acció del corresponent element es mantingui al valor fixat i que l'actuació de l'òrgan controlat sigui la correcta.




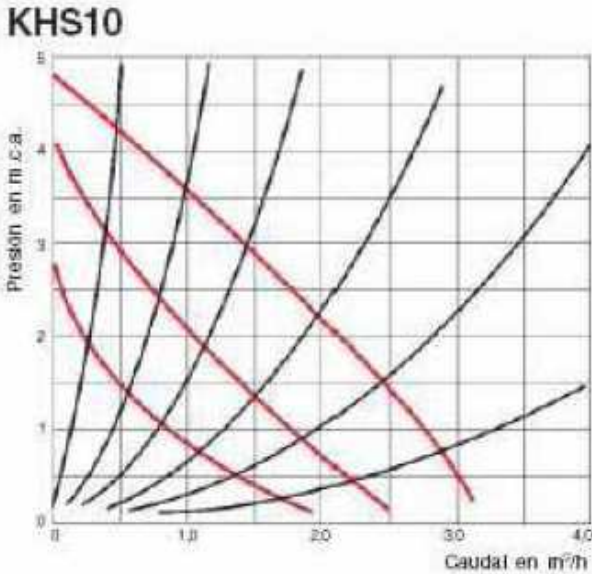
#### 7.4. Full d'especificacions tècniques de les plaques solars tèrmiques

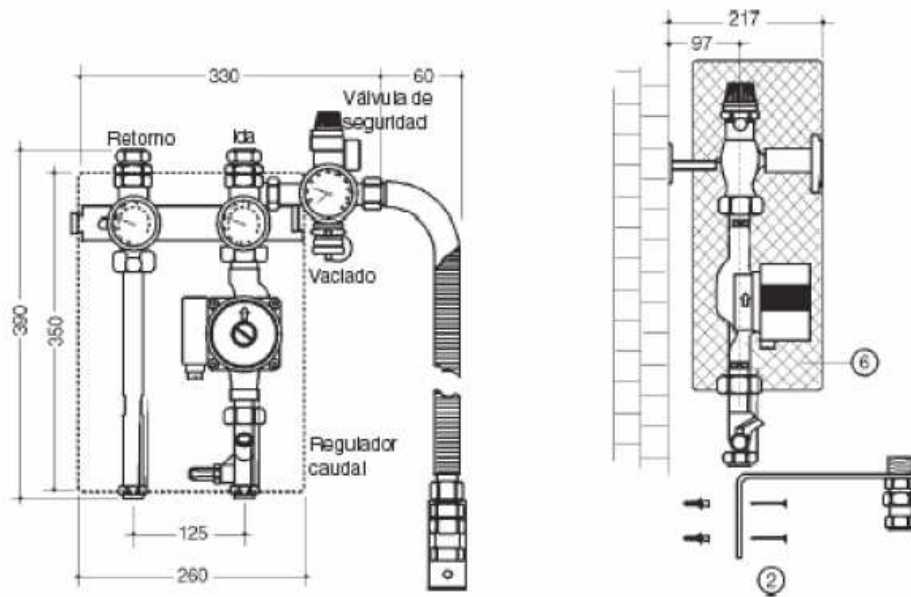
En aquest apartat es descriuen les especificacions dels elements constitutius de l'objecte del projecte. Aquests són llistats a continuació:

- ✓ Captador solar, Taula 8.
- ✓ Bomba de circulació del circuit primari, Taula 9.
- ✓ Centraleta de regulació solar, Taula 10.
- ✓ Caldera de gas, Taula 11 .
- ✓ Electrovàlvula 3 vies, Taula 12.
- ✓ Vas d'expansió, Taula 13.
- ✓ Vàlvules d'equilibrat, Taula 14.
- ✓ Sensor de radiació solar, Taula 15.
- ✓ Sonda de temperatura del circuit primari, Taula 16
- ✓ Sondes de temperatura dels dipòsits, Taula 17
- ✓ Purgadors, Taula 18.
- ✓ Dipòsit acumulador de calefacció, Taula 19.
- ✓ Dipòsit ACS, Taula 20.
- ✓ Conductes de coure, Taula 21.
- ✓ Manòmetre vertical, Taula 22.
- ✓ Vàlvula de seguretat, Taula 23.
- ✓ Vàlvula antiretorn, Taula 24.
- ✓ Vàlvula reductora de pressió, Taula 25.
- ✓ Vàlvula de tall de bola, Taula 26.
- ✓ Dissipador d'escalfor, Taula 27.
- ✓ Filtre de partícules sòlides, Taula 28.
- ✓ Aïllament de canonades, Taula 29.
- ✓ Abraçadora, Taula 30.
- ✓ Unió T amb reducció, Taula 31.
- ✓ Unió T, Taula 32.
- ✓ Colze 90°, Taula 33.
- ✓ Cinta adhesiva, Taula 34.


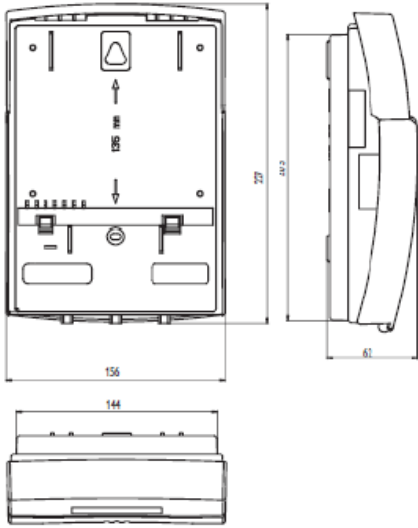
<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Captador solar	<b>Marca:</b> TAKAMA
	<b>Codi:</b> CS-01 CS-07	<b>Model:</b> Takama T2-Inox
<b>Funció:</b> Transformar la radiació solar en energia tèrmica		
<b>Dades tècniques:</b>  Pes del captador ple de líquid: 43,50 kg Capacitat de líquid: 1,5 kg Pressió màxima de treball: 7 bar Superfície de obertura: 1,93 m x 9,33 m = 1,80 m <sup>2</sup> Superfície útil de captació: 2,59 m <sup>2</sup> Corba de rendiment: $\eta = 0,9021 - 4,577 \cdot \left( \frac{T_m - T_a}{I_s} \right)$ Garantia: 10 anys		<b>Imatge o esquema:</b>  
<b>Parts i materials:</b>  <i>Carcassa:</i> Caixa d'acer inoxidable AISI 304 (0,6 mm) soldada i emplenada de silicona termoresistent.  <i>Coberta:</i> Vidre temperat DURA SOLAR PRISMÀTIC de 4 mil·límetres de gruix i baix contingut en ferro.  <i>Col·lector:</i> Panell de 8 tubs verticals tipus "FLAT PIPE" de coure de 10 mil·límetres de diàmetre soldats amb coure a 2 tubs horitzontals de coure de 18 mil·límetres de diàmetre.  <i>Superfície absorbidora:</i> Xapa d'alumini amb 8 canals plans i 8266 semiesferes embotides. En els canals plans van encaixats els tubs "FLAT PIPE" i soldats mitjançant resistència elèctrica amb pasta termoconductora formant un sol cos.  <i>Recobrimet:</i> Recobrimet selectiu d'alt rendiment sense crom, a base d'òxid i coure negre, magnesi i silici.  <i>Aïllament:</i> Manta de llana de vidre de 60 mil·límetres amb superfície d'alumini.		

Taula 8-Full d'especificacions del captador solar

<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Grup hidràulic	<b>Marca:</b> Roca															
	<b>Codi:</b> B-01	<b>Model:</b> KHS10															
<b>Funció:</b> Impulsar el fluid caloportador pel circuit primari.																	
<b>Dades tècniques:</b>  Motor de C.A. 1-230, 50 Hz, amb condensador incorporat de 2,4 F.  <table border="1" data-bbox="363 689 754 891"> <thead> <tr> <th></th><th>Potencia</th><th>Intensidad</th></tr> <tr> <th>Velocidad</th><th>KHS10 (W)</th><th>KHS10 (A)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Máxima</td><td>65</td><td>0,28</td></tr> <tr> <td>Media</td><td>46</td><td>0,20</td></tr> <tr> <td>Económica</td><td>30</td><td>0,13</td></tr> </tbody> </table>  Aplicable en instal·lacions de fins 10 col·lectors.		Potencia	Intensidad	Velocidad	KHS10 (W)	KHS10 (A)	Máxima	65	0,28	Media	46	0,20	Económica	30	0,13	<b>Imatge o esquema:</b>  	
	Potencia	Intensidad															
Velocidad	KHS10 (W)	KHS10 (A)															
Máxima	65	0,28															
Media	46	0,20															
Económica	30	0,13															
<b>Diagrama característic:</b>  																	

**Dimensions:**

Taula 9- Full d'especificacions de la bomba de circulació del circuit primari


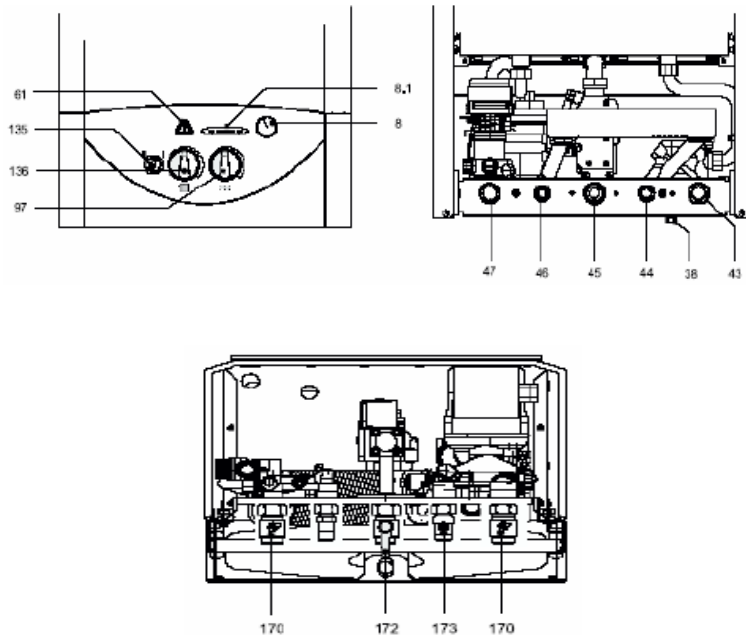
<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Centraleta de regulació solar.	<b>Marca:</b> Resol
	<b>Codi:</b> CR-1	<b>Model:</b> Deltasol
<b>Funció:</b> Recollir informació dels diferents sensors de la instal·lació solar y regular el funcionament de la mateixa.		
<b>Dades tècniques:</b>  Nombre de entrades: 10 Nombre de sortides: 7 Teclat: 3 pulsadors frontals. Alimentació: 210-250 V / 50-60 Hz. Tipus de Protecció: IP 20 / DIN 40 050. Muntatge: En paret o quadre.		<b>Imatge o esquema:</b>  
<b>Materials de construcció:</b> Plàstic, PC-ABS, PMMA..		
<b>Dimensions:</b>  		

Taula 10- Full d'especificacions de la central de regulació solar



Ruben Ferrer Amorós  
Ruben Caballero Lopez



<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Caldera de gas	<b>Marca:</b> Saunier Duval																																								
	<b>Codi:</b> Caldera de gas	<b>Model:</b> ThemaClassic																																								
<b>Funció:</b> Reforç per escalfament de calefacció i ACS																																										
<b>Dades tècniques:</b>  Potència útil: 22,6 kW  Mètode de producció: instantani  Pressió màxima circuit: 3 bars  Capacitat vas d'expansió: 6 litres  Pes: 28 kg  Diàmetre evacuació de gasos: 130 mm	<b>Imatge o esquema:</b>  																																									
<b>Dimensions (mm):</b> 740 x 410 x 310																																										
<b>Parts bàsiques:</b>  																																										
<table><tr><td>8</td><td>Termómetro</td><td>135</td><td>Interruptor principal</td></tr><tr><td>8,1</td><td>Manómetro</td><td>136</td><td>Termostato para circuito de ida a la calefacción</td></tr><tr><td>38</td><td>Punto de llenado (circuito de calefacción)</td><td>170</td><td>Ullaves para mantenimiento en los circuitos de ida y retorno</td></tr><tr><td>43</td><td>Circuito de ida a la calefacción</td><td>172</td><td>Llave de gas (no presente en la versión para Iberia)</td></tr><tr><td>44</td><td>Agua caliente (entrada al acumulador)</td><td>173</td><td>Válvula de cierre de agua fría</td></tr><tr><td>46</td><td>Agua fría (retorno del acumulador)</td><td></td><td></td></tr><tr><td>45</td><td>Gas (3/4")</td><td></td><td></td></tr><tr><td>47</td><td>Circuito de retorno de calefacción</td><td></td><td></td></tr><tr><td>61</td><td>Tecla de reseteo</td><td></td><td></td></tr><tr><td>97</td><td>Termostato para agua caliente</td><td></td><td></td></tr></table>			8	Termómetro	135	Interruptor principal	8,1	Manómetro	136	Termostato para circuito de ida a la calefacción	38	Punto de llenado (circuito de calefacción)	170	Ullaves para mantenimiento en los circuitos de ida y retorno	43	Circuito de ida a la calefacción	172	Llave de gas (no presente en la versión para Iberia)	44	Agua caliente (entrada al acumulador)	173	Válvula de cierre de agua fría	46	Agua fría (retorno del acumulador)			45	Gas (3/4")			47	Circuito de retorno de calefacción			61	Tecla de reseteo			97	Termostato para agua caliente		
8	Termómetro	135	Interruptor principal																																							
8,1	Manómetro	136	Termostato para circuito de ida a la calefacción																																							
38	Punto de llenado (circuito de calefacción)	170	Ullaves para mantenimiento en los circuitos de ida y retorno																																							
43	Circuito de ida a la calefacción	172	Llave de gas (no presente en la versión para Iberia)																																							
44	Agua caliente (entrada al acumulador)	173	Válvula de cierre de agua fría																																							
46	Agua fría (retorno del acumulador)																																									
45	Gas (3/4")																																									
47	Circuito de retorno de calefacción																																									
61	Tecla de reseteo																																									
97	Termostato para agua caliente																																									

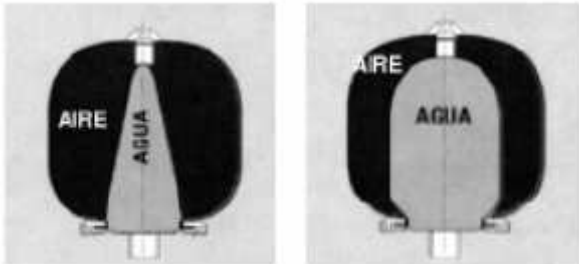
Taula 11-Full d' especificacions de la caldera de gas




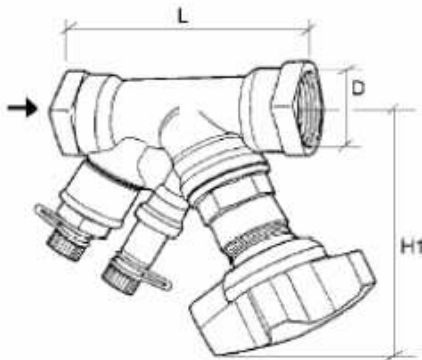
<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Electrovàlvula de 3 vies	<b>Marca:</b> Salvador Escoda
	<b>Codi:</b> ET-01 a ET-03	<b>Model:</b> SF 20 EB
<b>Funció:</b> Deixar circular o no el fluid caloportador cap als bescanviadors de calor dels dipòsits, segons les ordres que arribin des de la centraleta de regulació solar.		
<b>Dades tècniques:</b> Vàlvula motoritzada de tres vies  Motor d'histèresi 230 V 50 Hz  Consum: 5-6 W  Grau de protecció: IP20  Temperatura de treball: de 5°C a 110°C  Temperatura ambient màxima: 60°C  Pressió estàtica màxima: 1.000 kPa  Temps d'obertura màxim: 20s  Temps de tancament màxim: 6s  Sense tensió, l'obturador retorna per sí sol a la posició de partida  Longitud del cable: 55 cm  Estanquitat garantida mitjançant 3 juntes teòriques  Connexions: 1"		<b>Imatge o esquema:</b>  
<b>Materials de construcció:</b> Coberta i cos: llautó estampat; Obturador a esfera: EPDM; Juntes: bitó; Motlle de retorn: acer inox.; Tapa servomotor: ABS		
<b>Dimensions:</b>  		

Taula 12- Full d'especificacions de l'electrovàlvula de 3 vies


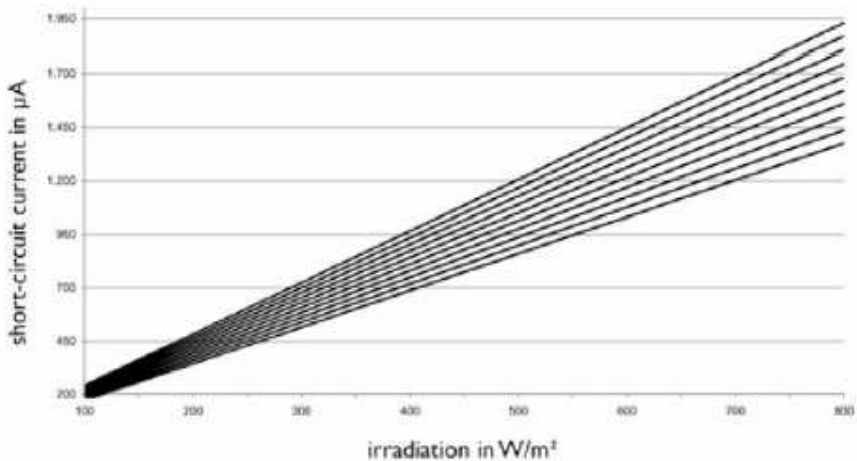


<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Vas d'expansió del circuit primari.	<b>Marca:</b> Salvador Escoda
	<b>Codi:</b> E-01	<b>Model:</b> 5 CMF
<b>Funció:</b> Absorbir els augments de volum produïts per l'augment de la temperatura del fluid caloportador.		
<b>Dades tècniques:</b>  Vas d'expansió tancat  Temperatura màx.: 110 °C  Capacitat: 5 litres  Pressió màx. de treball: 10 bar  Connexió: 1" i ¾"	<b>Imatge o esquema:</b>  	
<b>Materials de construcció:</b>  Acer soldat		
<b>Dimensions:</b>  200 x 200 x 240		


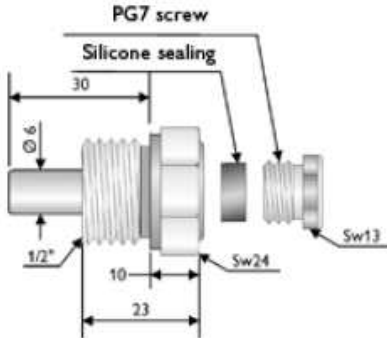

Taula 13- Full d'especificacions del vas d'expansió del circuit primari

<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Vàlvula d'equilibrat del circuit primari	<b>Marca:</b> Salvador Escoda																																								
	<b>Codi:</b> VE-01	<b>Model:</b> STAD-20																																								
<b>Funció:</b> Equilibrar hidràulicament el circuit primari																																										
<b>Dades tècniques:</b>  Preses de pressió auto – estanques  Temperatura de treball: des de -20°C a 120°C.  Rang de pressions: des de 7 a 600 kPa.  Connexió: 1"	<b>Imatge o esquema:</b>  																																									
<b>Parts i materials:</b> Cos de la vàlvula: AMETAL (aliatge propi del fabricant resistent a la corrosió); Estanquitat del seient: pla amb junta tòrica EDPM; Estanquitat de la tija: juntes EDPM; Volant: poliamida.																																										
<b>Dimensions:</b>  																																										
<b>DIMENSIONES EN mm</b> <table><tr><th>DN</th><th>L</th><th>H1</th><th>D</th><th>Kvs</th></tr><tr><td>10/09</td><td>83</td><td>100</td><td>G3/8</td><td>1,47</td></tr><tr><td>15/14</td><td>90</td><td>100</td><td>G1/2</td><td>2,52</td></tr><tr><td>20</td><td>97</td><td>100</td><td>G3/4</td><td>5,70</td></tr><tr><td>25</td><td>110</td><td>105</td><td>G1</td><td>8,70</td></tr><tr><td>32</td><td>124</td><td>110</td><td>G1 1/4</td><td>14,2</td></tr><tr><td>40</td><td>130</td><td>120</td><td>G1 1/2</td><td>19,2</td></tr><tr><td>50</td><td>155</td><td>120</td><td>G2</td><td>33,0</td></tr></table>			DN	L	H1	D	Kvs	10/09	83	100	G3/8	1,47	15/14	90	100	G1/2	2,52	20	97	100	G3/4	5,70	25	110	105	G1	8,70	32	124	110	G1 1/4	14,2	40	130	120	G1 1/2	19,2	50	155	120	G2	33,0
DN	L	H1	D	Kvs																																						
10/09	83	100	G3/8	1,47																																						
15/14	90	100	G1/2	2,52																																						
20	97	100	G3/4	5,70																																						
25	110	105	G1	8,70																																						
32	124	110	G1 1/4	14,2																																						
40	130	120	G1 1/2	19,2																																						
50	155	120	G2	33,0																																						


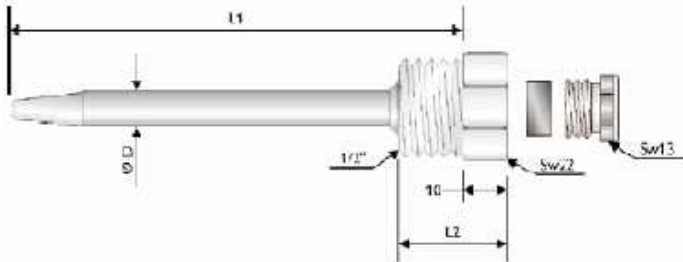
Taula 14- Full d' especificacions de la vàlvula d'equilibrat

<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Sensor de radiació solar.	<b>Marca:</b> Resol
	<b>Codi:</b> I-01	<b>Model:</b> CS10
<b>Funció:</b> Mesurar la quantitat de radiació solar incident sobre l'edifici.		
<b>Dades tècniques:</b>  Tipus de lectura: Instantània.		<b>Imatge o esquema:</b>  
<b>Corbes característiques:</b>  		

Taula 15-Full d'especificacions del sensor de radiació solar


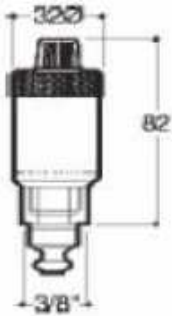
<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Sonda de temperatura del circuit primari	<b>Marca:</b> Resol
	<b>Codi:</b> T-01	<b>Model:</b> FKP 5,5
<b>Funció:</b> Mesurar la temperatura de retorn dels col·lectors i enviar la lectura a la centralita de regulació.		
<b>Dades tècniques:</b>  Tipus de sensor: PT1000  Camp de mesura: -5°C a 70 °C  Connexions: 1"  Rosca de allotjament del sensor: 1/2"  Longitud baina: 30 mm		<b>Imatge o esquema:</b>  
<b>Parts i materials:</b> Cos: bronze; Junes: silicona; Sensor: platí.		
<b>Dimensions:</b>  Allotjament del sensor: D = 6, L1 = 30, L2 = 23    Sensor: D = 5,5, L1 = 28, L2 = 1.472  		

Taula 16-Full d'especificacions de la sonda de temperatura del circuit primari


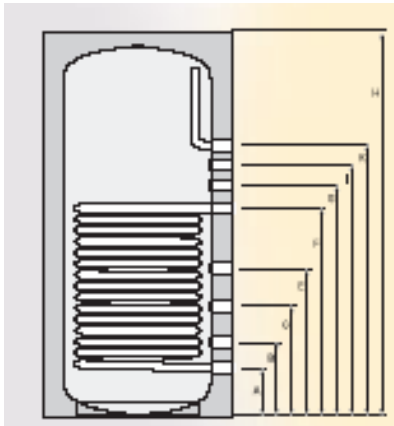
<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Sonda de temperatura per als dipòsits.	<b>Marca:</b> Resol					
	<b>Codi:</b> T-02 i T-03	<b>Model:</b> FKP 150					
<b>Funció:</b> Mesurar la temperatura del dipòsit acumulador de calefacció i de l'acumulador d'ACS i així enviar la lectura a la centraleta de regulació solar							
<b>Dades tècniques:</b>  Tipus de sensor: PT 1000  Model de sensor: FKP 6  T de treball: de -50°C a 180°C  Profunditat d'immersió: 150 mm  Rosca: 1/2"	<b>Imatge o esquema:</b>  						
<b>Parts i materials:</b> Cos: bronze; Juntres: silicona; Sensor: platí.							
<b>Dimensions:</b>  							
	DA [mm]	DI [mm]	L1 [mm]	L2 [mm]	material del cable	rango de temperatura	ref.
TH30V	8	6,2	30	23	acero fino	-10 ... +180 °C	280 012 30
TH45V	8	6,2	45	23	acero fino	-10 ... +180 °C	280 010 20
TH60V	8	6,2	60	23	acero fino	-10 ... +180 °C	280 001 00
TH60V/4	5	4,2	60	23	acero fino	vainas especiales para FKP4/H	290 002 20
TH100V	8	6,2	100	23	acero fino	-10 ... +80 °C	280 002 10
TH100V/4	5	4,2	100	23	acero fino	vainas especiales para FKP4/H	290 002 30
TH150V	8	6,2	150	23	acero fino	-10 ... +80 °C	280 002 20
TH200V	8	6,2	200	23	acero fino	-10 ... +80 °C	280 002 30

Taula 17- Full d'especificacions de la sonda de temperatura dels dipòsits.




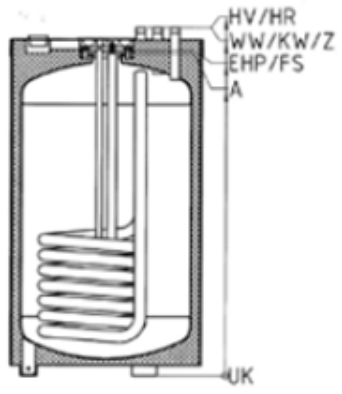
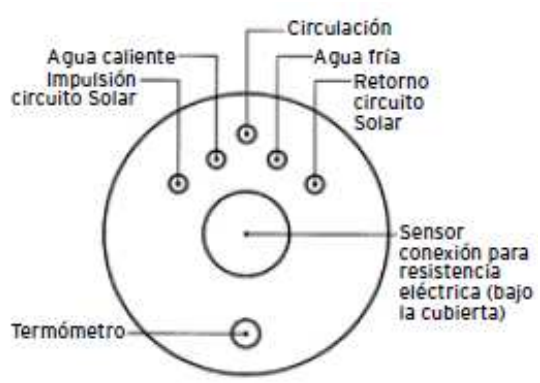
<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Purgadors automàtics dels col·lectors	<b>Marca:</b> Roca
	<b>Codi:</b> P-01 i P-02	<b>Model:</b> FLEXVENT
<b>Funció:</b> Eliminar les inclusions d'aire en el circuit primari per al bon funcionament de la instal·lació.		
<b>Dades tècniques:</b>  Accionament de purga amb flotador.  Pressió màxima de treball: 10 bar.  Temperatura màxima de treball: 110°C.  Instal·lació vertical.  Incorpora vàlvula de tancament.  Pot ser desmuntat per a manteniment del purgador sense buidar la instal·lació.  Rosca 3/8"		<b>Imatge o esquema:</b>  
<b>Parts i materials:</b> Llautó		
<b>Dimensions:</b>  		

Taula 18-Full d'especificacions dels purgadors

<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Dipòsit inèrcia	<b>Marca:</b> Immosolar
	<b>Codi:</b> Acumulador de calefacció	<b>Model:</b> IPS/GWT 1.000 L
<b>Funció:</b> Emmagatzemar aigua calenta procedent dels col·lectors o de la caldera, per enviar-la al circuit de calefacció		
<b>Dades tècniques:</b>  Capacitat: 1.000 L Volum intercanviador: 18,9 L Bescanviador incorporat de 3 m <sup>2</sup> Temperatura d'acumulació màxima: 95 /110°C Pressió màx. de treball del dipòsit: 3 bar Pressió màx. de treball del bescanviador: 16 bar Connexions bescanviador: 1" Resta de connexions hidràuliques: 1-1/2" Connexió calefacció: 1 1/2" Pes amb aïllament: 203 kg Diàmetre sense aïllament: 800 mm Diàmetre amb aïllament: 1.000 mm		<b>Imatge o esquema:</b>  
<b>Parts i materials:</b> Cos d'acer; Aïllament: poliuretà flexible de 100 mm; Tapa protectora: PVC		
<b>Dimensions:</b> A = 251, B = 401, C = 601, E = 801, E = 1101, G = 1201, I= 1301, K=140  		

Taula 19- Full d'especificacions del dipòsit acumulador de calefacció




<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Dipòsit d'ACS	<b>Marca:</b> Sonnekraft
	<b>Codi:</b> Acumulador d'ACS	<b>Model:</b> ELB200R2E
<b>Funció:</b> Acumular aigua calenta sanitària per al seu consum domèstic, a partir d'energia solar a través del bescanviador.		
<b>Dades tècniques:</b>  Capacitat: 200 litres.  Diàmetre amb aïllament: 540 mm.  Alçada amb aïllament: 1432 mm.  Pes: 85kg.  Temperatura de servei ACS: 95 °C.  Superfície del serpentí: 0,95 m <sup>2</sup> .  Pressió de servei: 10 bar.  Capacitat del bescanviador solar: 6,4 litres.		<b>Imatge o esquema:</b>  
<b>Parts i materials:</b> Dipòsit: acer vitrificat; Ànode: magnesi; Aïllant: poliuretà d'alta densitat.		
<b>Dimensions:</b>  <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;">   </div>		

Taula 20-Full d'especificacions del dipòsit acumulador d'ACS.


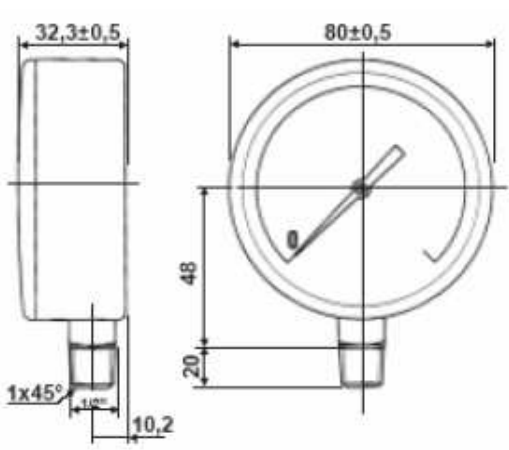


Ruben Ferrer Amorós  
Ruben Caballero Lopez


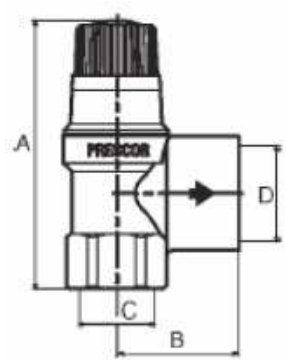


<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Conductes de coure	<b>Marca:</b> Tubocobre S.A																																																																																																																																																																																																																								
	<b>Codi:</b>	<b>Model:</b>																																																																																																																																																																																																																								
<b>Funció:</b> Transportar el fluid de la instal·lació per tots els circuits, fent-lo arribar a tots els aparells necessaris.																																																																																																																																																																																																																										
<b>Dades tècniques:</b>  Conductes de coure tipus M.  Canonada rígida.  Color de identificació: vermell.  Instal·lació: soldadura de estany.  Longitud de tramo: 5 m	<b>Imatge o esquema:</b>  																																																																																																																																																																																																																									
<b>Parts i materials:</b> Conductes de coure.																																																																																																																																																																																																																										
<b>Dimensions:</b> <table><tr><th>MEDIDA NOMINAL</th><th>DIAMETRO EXTERIOR</th><th>GRUESO PARED</th><th>PESO KGS. POR METRO</th><th>PESO KGS. POR TRAMOS</th><th>PRESION MAXIMA Lbs. x Pulg.<sup>2</sup></th><th>PRESION CONSTANTE Lbs. x Pulg.<sup>2</sup></th><th>FLUJO EN LITROS X MINUTO</th></tr><tr><td>1/4"</td><td>.375"</td><td>.0255"</td><td>.159</td><td>.966</td><td>6133</td><td>1226</td><td></td></tr><tr><td>6,35 mm.</td><td>9,525 mm.</td><td>.635 mm.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>3/8"</td><td>.500"</td><td>.025"</td><td>.216</td><td>1.312</td><td>4500</td><td>900</td><td>8,507</td></tr><tr><td>9,5 mm.</td><td>12,700 mm.</td><td>.635 mm.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1/2"</td><td>.625"</td><td>.026"</td><td>.304</td><td>1.846</td><td>4032</td><td>806</td><td>15,382</td></tr><tr><td>12,7 mm.</td><td>15,875 mm.</td><td>.711 mm.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>3/4"</td><td>.875"</td><td>.032"</td><td>.488</td><td>2,980</td><td>3291</td><td>658</td><td>40,333</td></tr><tr><td>19 mm.</td><td>22,225 mm.</td><td>.812 mm.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1"</td><td>1.125"</td><td>.035"</td><td>.692</td><td>4,214</td><td>2800</td><td>560</td><td>83,18</td></tr><tr><td>25 mm.</td><td>28,575 mm.</td><td>.889 mm.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1 1/4"</td><td>1.375"</td><td>.042"</td><td>1,015</td><td>6,184</td><td>2749</td><td>550</td><td>148,58</td></tr><tr><td>32 mm.</td><td>34,925 mm.</td><td>.966 mm.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1 1/2"</td><td>1.625"</td><td>.049"</td><td>1,400</td><td>8,530</td><td>2713</td><td>542</td><td>235,94</td></tr><tr><td>38 mm.</td><td>41,275 mm.</td><td>1,24 mm.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>2"</td><td>2.125"</td><td>.058"</td><td>2,172</td><td>13,245</td><td>2456</td><td>491</td><td>495,86</td></tr><tr><td>51 mm.</td><td>53,975 mm.</td><td>1,47 mm.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>2 1/2"</td><td>2.625"</td><td>.065"</td><td>3,020</td><td>18,380</td><td>2228</td><td>445</td><td>876,01</td></tr><tr><td>64 mm.</td><td>66,675 mm.</td><td>1,58 mm.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>3"</td><td>3.125"</td><td>.072"</td><td>3,988</td><td>24,285</td><td>2073</td><td>414</td><td>1420,09</td></tr><tr><td>76 mm.</td><td>79,375 mm.</td><td>1,83 mm.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>3 1/2"</td><td>3.625"</td><td>.083"</td><td>5,327</td><td>32,495</td><td>2060</td><td>412</td><td></td></tr><tr><td>89 mm.</td><td>92,075 mm.</td><td>2,11 mm.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>4"</td><td>4.125"</td><td>.095"</td><td>6,934</td><td>42,293</td><td>2072</td><td>141</td><td>3025,71</td></tr><tr><td>102 mm.</td><td>104,77 mm.</td><td>2,41 mm.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>5"</td><td>5.125"</td><td>.109"</td><td>9,910</td><td>60,451</td><td>1914</td><td>383</td><td>5222,62</td></tr><tr><td>128 mm.</td><td>142,87 mm.</td><td>2,77 mm.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>			MEDIDA NOMINAL	DIAMETRO EXTERIOR	GRUESO PARED	PESO KGS. POR METRO	PESO KGS. POR TRAMOS	PRESION MAXIMA Lbs. x Pulg. <sup>2</sup>	PRESION CONSTANTE Lbs. x Pulg. <sup>2</sup>	FLUJO EN LITROS X MINUTO	1/4"	.375"	.0255"	.159	.966	6133	1226		6,35 mm.	9,525 mm.	.635 mm.						3/8"	.500"	.025"	.216	1.312	4500	900	8,507	9,5 mm.	12,700 mm.	.635 mm.						1/2"	.625"	.026"	.304	1.846	4032	806	15,382	12,7 mm.	15,875 mm.	.711 mm.						3/4"	.875"	.032"	.488	2,980	3291	658	40,333	19 mm.	22,225 mm.	.812 mm.						1"	1.125"	.035"	.692	4,214	2800	560	83,18	25 mm.	28,575 mm.	.889 mm.						1 1/4"	1.375"	.042"	1,015	6,184	2749	550	148,58	32 mm.	34,925 mm.	.966 mm.						1 1/2"	1.625"	.049"	1,400	8,530	2713	542	235,94	38 mm.	41,275 mm.	1,24 mm.						2"	2.125"	.058"	2,172	13,245	2456	491	495,86	51 mm.	53,975 mm.	1,47 mm.						2 1/2"	2.625"	.065"	3,020	18,380	2228	445	876,01	64 mm.	66,675 mm.	1,58 mm.						3"	3.125"	.072"	3,988	24,285	2073	414	1420,09	76 mm.	79,375 mm.	1,83 mm.						3 1/2"	3.625"	.083"	5,327	32,495	2060	412		89 mm.	92,075 mm.	2,11 mm.						4"	4.125"	.095"	6,934	42,293	2072	141	3025,71	102 mm.	104,77 mm.	2,41 mm.						5"	5.125"	.109"	9,910	60,451	1914	383	5222,62	128 mm.	142,87 mm.	2,77 mm.					
MEDIDA NOMINAL	DIAMETRO EXTERIOR	GRUESO PARED	PESO KGS. POR METRO	PESO KGS. POR TRAMOS	PRESION MAXIMA Lbs. x Pulg. <sup>2</sup>	PRESION CONSTANTE Lbs. x Pulg. <sup>2</sup>	FLUJO EN LITROS X MINUTO																																																																																																																																																																																																																			
1/4"	.375"	.0255"	.159	.966	6133	1226																																																																																																																																																																																																																				
6,35 mm.	9,525 mm.	.635 mm.																																																																																																																																																																																																																								
3/8"	.500"	.025"	.216	1.312	4500	900	8,507																																																																																																																																																																																																																			
9,5 mm.	12,700 mm.	.635 mm.																																																																																																																																																																																																																								
1/2"	.625"	.026"	.304	1.846	4032	806	15,382																																																																																																																																																																																																																			
12,7 mm.	15,875 mm.	.711 mm.																																																																																																																																																																																																																								
3/4"	.875"	.032"	.488	2,980	3291	658	40,333																																																																																																																																																																																																																			
19 mm.	22,225 mm.	.812 mm.																																																																																																																																																																																																																								
1"	1.125"	.035"	.692	4,214	2800	560	83,18																																																																																																																																																																																																																			
25 mm.	28,575 mm.	.889 mm.																																																																																																																																																																																																																								
1 1/4"	1.375"	.042"	1,015	6,184	2749	550	148,58																																																																																																																																																																																																																			
32 mm.	34,925 mm.	.966 mm.																																																																																																																																																																																																																								
1 1/2"	1.625"	.049"	1,400	8,530	2713	542	235,94																																																																																																																																																																																																																			
38 mm.	41,275 mm.	1,24 mm.																																																																																																																																																																																																																								
2"	2.125"	.058"	2,172	13,245	2456	491	495,86																																																																																																																																																																																																																			
51 mm.	53,975 mm.	1,47 mm.																																																																																																																																																																																																																								
2 1/2"	2.625"	.065"	3,020	18,380	2228	445	876,01																																																																																																																																																																																																																			
64 mm.	66,675 mm.	1,58 mm.																																																																																																																																																																																																																								
3"	3.125"	.072"	3,988	24,285	2073	414	1420,09																																																																																																																																																																																																																			
76 mm.	79,375 mm.	1,83 mm.																																																																																																																																																																																																																								
3 1/2"	3.625"	.083"	5,327	32,495	2060	412																																																																																																																																																																																																																				
89 mm.	92,075 mm.	2,11 mm.																																																																																																																																																																																																																								
4"	4.125"	.095"	6,934	42,293	2072	141	3025,71																																																																																																																																																																																																																			
102 mm.	104,77 mm.	2,41 mm.																																																																																																																																																																																																																								
5"	5.125"	.109"	9,910	60,451	1914	383	5222,62																																																																																																																																																																																																																			
128 mm.	142,87 mm.	2,77 mm.																																																																																																																																																																																																																								

Taula 21-Full d'especificacions dels conductes de coure

<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Manòmetre vertical	<b>Marca:</b> Salvador escoda
	<b>Codi:</b> M-01 a M-05	<b>Model:</b> IM 30 503
<b>Funció:</b> Mesurar la pressió existent en diferents punts del sistema..		
<b>Dades tècniques:</b>  Manòmetre d'agulla de connexió radial  Camp de mesura: 0-400 kPa  Precisió: $\pm 2,5\%$ fons escala  Connexió: 1/2"  Pressió estàtica: 10-75% fons escala  Pressió dinàmica: 10-66% fons escala  Pressió màxima: 75-100% fons escala  Temperatura ambient: de $-20^{\circ}\text{C}$ a $60^{\circ}\text{C}$  Temperatura del fluid: de $-20^{\circ}\text{C}$ a $60^{\circ}\text{C}$  Sobrepressió màxima: 125% fons escala		<b>Imatge o esquema:</b>  
<b>Parts i materials:</b> Caixa: acer negre; Esfera: alumini blanc; Agulla: alumini negre; Visor: policarbonat; Element de mesura: aliatge de coure; Mecanisme: aliatge de coure; Pern de connexió: aliatge de coure.		
<b>Dimensions:</b>  		

Taula 22- Full d'especificacions del manòmetre vertical


<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Vàlvula de seguretat	<b>Marca:</b> Roca																												
	<b>Codi:</b> VS-01 a VS-03	<b>Model:</b> 1"																												
<b>Funció:</b> Evitar que la pressió del circuit assoleixi un valor perillós per als elements de la instal·lació, evacuant el fluid circulant quan es doni aquesta situació.																														
<b>Dades tècniques:</b>  Temperatura màxima de treball: 150°C.  Permès l'ús en instal·lacions solars tèrmiques fins a un 50% d'anticongelant.  Pressió de tarat: 3 bar.	<b>Imatge o esquema:</b>  																													
<b>Parts i materials:</b>  Cos: llautó  Campana: llautó  Molla: acer tractat tèrmicament  Cargol de regulació i contrafemella: llautó.																														
<b>Dimensions:</b>  <div><table><tr><th rowspan="2">Modelo</th><th rowspan="2">Conexión</th><th colspan="2">Orificio</th><th colspan="2">Cotas en mm</th></tr><tr><th>Descarga</th><th>C</th><th>A</th><th>B</th></tr><tr><td>1/2"</td><td>1/2"</td><td>3/4"</td><td>73,0</td><td>28,5</td><td></td></tr><tr><td>3/4"</td><td>3/4"</td><td>1"</td><td>94,0</td><td>42,5</td><td></td></tr><tr><td>1"</td><td>1"</td><td>1 1/4"</td><td>98,5</td><td>53,0</td><td></td></tr></table></div>			Modelo	Conexión	Orificio		Cotas en mm		Descarga	C	A	B	1/2"	1/2"	3/4"	73,0	28,5		3/4"	3/4"	1"	94,0	42,5		1"	1"	1 1/4"	98,5	53,0	
Modelo	Conexión	Orificio			Cotas en mm																									
		Descarga	C	A	B																									
1/2"	1/2"	3/4"	73,0	28,5																										
3/4"	3/4"	1"	94,0	42,5																										
1"	1"	1 1/4"	98,5	53,0																										

Taula 23-Full d' especificacions de la vàlvula de seguretat

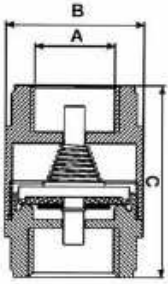


<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Vàlvula antiretorn	<b>Marca:</b> Salvador Escoda
	<b>Codi:</b> VR-01 a VR-10	<b>Model:</b> 1"

**Funció:** Garantir el sentit del flux pels circuits hidràulics.

<div><b>Dades tècniques:</b>  Temperatura de treball: de 0°C a 90°C.  Pressió màxima: veure taula.  Posició de treball: qualsevol.</div>	<div><b>Imatge o esquema:</b>  </div>
--	--


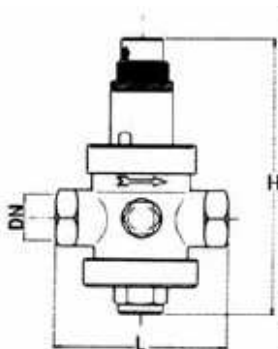
**Parts i materials:**  
  
Cos: Llautó  
  
Disc: Niló  
  
Junta de tancament: NBR  
  
Molla: Acer inoxidable AISI 304

**Dimensions:**  
  


A	B	C
3/8"	29	45
1/2"	30	48
3/4"	37	50
1"	44	58
1-1/4"	56	66
1-1/2"	63	71
2"	78	80
2-1/2"	103	91
3"	120	104
4"	155	116

Medida	Presión Máxima (bar)
3/8"	12
1/2"	12
3/4"	12
1"	12
1-1/4"	10
1-1/2"	10
2"	10
2-1/2"	8
3"	8
4"	8

Taula 24- Full d'especificacions de la vàlvula antiretorn


<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Vàlvula reductora de pressió	<b>Marca:</b> Eurobrass																																												
	<b>Codi:</b> VP-01 i VP-02	<b>Model:</b> 1"																																												
<b>Funció:</b> Reduir la pressió de l'aigua de la xarxa fins a un valor adequat per al circuit.																																														
<b>Dades tècniques:</b>  Pressió d'entrada màxima: 25 bar  Pressió de sortida regulable: de 0,5 bar a 6 bar  Temperatura màxima: 130 °C  Presa per a manòmetre 1/4" amb tap  Pes: 2550 gr.	<b>Imatge o esquema:</b>  																																													
<b>Parts i materials:</b>  Cos: llautó estampat niquelat  Molla: acer zincat  Seient: acer inox.18/10  Junta: bitó  Obturador: acer inox. 18/10.																																														
<b>Dimensions (mm):</b>  <div><table><tr><th>DN</th><th>Peso (gr)</th><th>L</th><th>H</th></tr><tr><td>3/8"</td><td>790</td><td>75</td><td>120</td></tr><tr><td>1/2"</td><td>790</td><td>75</td><td>120</td></tr><tr><td>3/4"</td><td>1.300</td><td>85</td><td>150</td></tr><tr><td>1"</td><td>1.340</td><td>89</td><td>160</td></tr><tr><td>1-1/4"</td><td>2.550</td><td>125</td><td>220</td></tr><tr><td>1-1/2"</td><td>2.560</td><td>130</td><td>220</td></tr><tr><td>2"</td><td>3.950</td><td>138</td><td>250</td></tr><tr><td>2-1/2"</td><td>4.100</td><td>145</td><td>260</td></tr><tr><td>3"</td><td>5.600</td><td>177</td><td>285</td></tr><tr><td>4"</td><td>-</td><td>190</td><td>310</td></tr></table></div>			DN	Peso (gr)	L	H	3/8"	790	75	120	1/2"	790	75	120	3/4"	1.300	85	150	1"	1.340	89	160	1-1/4"	2.550	125	220	1-1/2"	2.560	130	220	2"	3.950	138	250	2-1/2"	4.100	145	260	3"	5.600	177	285	4"	-	190	310
DN	Peso (gr)	L	H																																											
3/8"	790	75	120																																											
1/2"	790	75	120																																											
3/4"	1.300	85	150																																											
1"	1.340	89	160																																											
1-1/4"	2.550	125	220																																											
1-1/2"	2.560	130	220																																											
2"	3.950	138	250																																											
2-1/2"	4.100	145	260																																											
3"	5.600	177	285																																											
4"	-	190	310																																											

Taula 25- Full d'especificacions de les vàlvules reductores de pressió

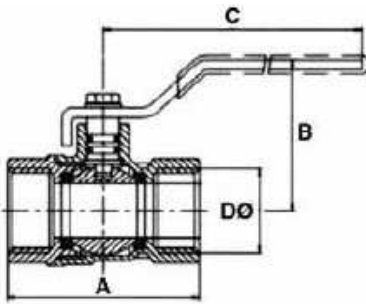


<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Vàlvula de tall de bola	<b>Marca:</b> Salvador Escoda
	<b>Codi:</b> VT-01 a VT-20 VB-01 a VB-05	<b>Model:</b> 1" i ¾"

<b>Funció:</b> Interrompre manualment el pas de fluid en determinades parts del circuit.	
--	--

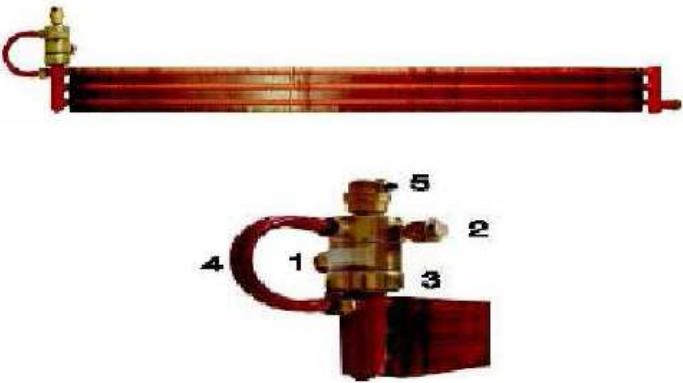
<b>Dades tècniques:</b>  Estanquitat per anelles de tefló  Gir de tancament - obertura: 90º  Temperatura mínima: -10 ºC  Temperatura màxima: 130 ºC	<b>Imatge o esquema:</b>  
---	--

<b>Parts i materials:</b> Cos: Llautó MS58 cromat, Bola: Llautó cromat, Anells de tancament: Tefló (PTFE), Eix: Llautó, Palanca: Acero plastificat.
--

<b>Dimensions :</b>  	
--	--


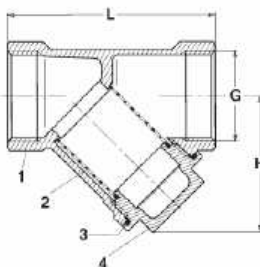
Rosca	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	2"	2-1/2"	3"	4"
A	39,00	41,50	48,50	56,00	66,50	75,00	85,50	105,50	126,00	151,50	180,00
B	43,00	43,00	49,00	51,00	55,00	70,00	75,00	90,00	112,00	123,00	145,00
C	70,00	70,00	98,00	98,00	111,00	140,00	140,00	152,00	200,00	200,00	250,00
DØ	9,00	9,70	14,50	19,00	24,00	30,00	37,00	48,00	60,50	74,00	93,00
Peso (kg)	0,102	0,110	0,175	0,255	0,420	0,635	0,875	1,525	2,800	3,800	5,600
Uds.Caja	12	12	10	10	5	6	6	2	2	2	2
Código	AA 03 161	AA 03 162	AA 03 163	AA 03 164	AA 03 165	AA 03 166	AA 03 167	AA 03 168	AA 03 169	AA 03 170	AA 03 171

Taula 26- Full d'especificacions de les vàlvules de bola


<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Dissipador de calor	<b>Marca:</b> Salvador Escoda
	<b>Codi:</b>	<b>Model:</b> CE 19 912
<b>Funció:</b> Protegir la instal·lació solar de sobre temperatures.		
<b>Dades tècniques:</b>  Dissipador tèrmic de calor per gravetat.  Dissipador de 4000 W vàlvula + bescanviador.  Té unes planxes d'embalatge que es poden utilitzar de forma opcional com a conducte rectangular obert per la cara inferior i superior, que produeix una corrent d'aire per convecció que millora el rendiment del dissipador.	<b>Imatge o esquema:</b>    1. Sortida dels col·lectors.                      2. Impulsió a instal·lació. 3. Vàlvula termostàtica modulant.          4. Tub de by-pass. 5. Purgador automàtic.	

Taula 27-Full d'especificacions del dissipador d'escalfor





<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Filtre de partícules sòlides	<b>Marca:</b> Salvador Escoda																					
	<b>Codi:</b> F-01 a F-03	<b>Model:</b> 1"																					
<b>Funció:</b> Retenir les partícules sòlides a l'aspiració de la bomba de circulació i a l'entrada de l'aigua de xarxa per al bon funcionament de la instal·lació.																							
<b>Dades tècniques:</b>  Temperatura màxima de treball: 110°C  Pressió màxima de treball: 1.600 kPa  Perforació de la malla: 0,5 mm  Connexió: Rosca femella BSP	<b>Imatge o esquema:</b>  																						
<b>Parts i materials:</b>  Cos: llautó  Malla: acer inoxidable  Junta plana: NBR  Tap: llautó																							
<b>Dimensions:</b>   <table><tr><th>G</th><th>3/8"</th><th>1/2"</th><th>3/4"</th><th>1"</th><th>1-1/4"</th><th>1-1/2"</th></tr><tr><td>H (mm)</td><td>48</td><td>48</td><td>48</td><td>56</td><td>64</td><td>72</td></tr><tr><td>L (mm)</td><td>55</td><td>55</td><td>70</td><td>87</td><td>96</td><td>106</td></tr></table>			G	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	H (mm)	48	48	48	56	64	72	L (mm)	55	55	70	87	96	106
G	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"																	
H (mm)	48	48	48	56	64	72																	
L (mm)	55	55	70	87	96	106																	

Taula 28- Full d'especificacions del filtre de partícules sòlides


<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Aïllament per canonades.	<b>Marca:</b> Isocell																								
	<b>Codi:</b>	<b>Model:</b>																								
<b>Funció:</b> Aïllar tèrmicament les canonades de la instal·lació.																										
<b>Dades tècniques:</b>  Temperatura d'utilització: de -45 °C a 105 °C  Coeficient de conductivitat tèrmica:  A 0°C: 0,034 $\frac{W}{m \cdot ^\circ C}$ A 10°C: 0,036 $\frac{W}{m \cdot ^\circ C}$ A 40°C: 0,039 $\frac{W}{m \cdot ^\circ C}$  F. resistència de difusió de vapor d'aigua:μ 5.000  Resistència al foc classe 1: M1-23727 / UNE  Resistència a l'ozó: excel·lent  Resistència als fongs: excel·lent  Resistència als agents atmosfèrics: excel·lent  Olor: neutra	<b>Imatge o esquema:</b>  																									
<b>Parts i materials:</b> Elastòmer extruït de cèl·lula tancada nitril - PVC.																										
<b>Dimensions:</b>																										
<table><tr><th>Tipus</th><th>Diàmetre interior (mm)</th><th>Espessor (mm)</th><th>Tipus</th></tr><tr><td rowspan="4">¾</td><td rowspan="4">20,6</td><td>6</td><td>6 x 22</td></tr><tr><td>9</td><td>9 x 22</td></tr><tr><td>13</td><td>13 x 22</td></tr><tr><td>19</td><td>19 x 22</td></tr><tr><td rowspan="4">1</td><td rowspan="4">26,8</td><td>6</td><td>6 x 28</td></tr><tr><td>9</td><td>9 x 28</td></tr><tr><td>13</td><td>13 x 28</td></tr><tr><td>19</td><td>19 x 28</td></tr></table>	Tipus	Diàmetre interior (mm)	Espessor (mm)	Tipus	¾	20,6	6	6 x 22	9	9 x 22	13	13 x 22	19	19 x 22	1	26,8	6	6 x 28	9	9 x 28	13	13 x 28	19	19 x 28		
Tipus	Diàmetre interior (mm)	Espessor (mm)	Tipus																							
¾	20,6	6	6 x 22																							
		9	9 x 22																							
		13	13 x 22																							
		19	19 x 22																							
1	26,8	6	6 x 28																							
		9	9 x 28																							
		13	13 x 28																							
		19	19 x 28																							

Taula 29- Full d'especificacions de l'aïllament de les canonades


<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Abraçadora	<b>Marca:</b> AKO electrònica																																													
	<b>Codi:</b>	<b>Model:</b>																																													
<b>Funció:</b> Subjecció de les canonades																																															
<b>Dades tècniques:</b>  Resistència a la ruptura: $10 \frac{N}{mm^2}$  Allargament a la ruptura: 250%  Duresa Shore A: $73 \pm 3$  Temperatura ambient de treball: $-35^{\circ}C$ a $100^{\circ}C$	<b>Imatge o esquema:</b>  																																														
<b>Parts i materials:</b> Acer inoxidable AISI 304 polit 2B i Elastòmer EPDM.																																															
<b>Dimensions:</b>  <div><table><tr><th>Código</th><th>Ref.</th><th>Ø máx. mm</th><th>Ø mín. mm</th><th>L mm</th></tr><tr><td>04 TF 202</td><td>AKO-1906</td><td>6</td><td>4</td><td>12,5</td></tr><tr><td>04 TF 204</td><td>AKO-1909</td><td>9</td><td>7,5</td><td>14,0</td></tr><tr><td>04 TF 205</td><td>AKO-1912</td><td>12</td><td>10,5</td><td>15,5</td></tr><tr><td>04 TF 208</td><td>AKO-1915</td><td>14</td><td>12,5</td><td>17,0</td></tr><tr><td>04 TF 207</td><td>AKO-1918</td><td>17</td><td>15</td><td>18,5</td></tr><tr><td>04 TF 208</td><td>AKO-1922</td><td>21</td><td>19</td><td>20,5</td></tr><tr><td>04 TF 210</td><td>AKO-1928</td><td>27</td><td>26</td><td>23,5</td></tr><tr><td>04 TF 211</td><td>AKO-1935</td><td>34</td><td>32</td><td>27,0</td></tr></table></div>			Código	Ref.	Ø máx. mm	Ø mín. mm	L mm	04 TF 202	AKO-1906	6	4	12,5	04 TF 204	AKO-1909	9	7,5	14,0	04 TF 205	AKO-1912	12	10,5	15,5	04 TF 208	AKO-1915	14	12,5	17,0	04 TF 207	AKO-1918	17	15	18,5	04 TF 208	AKO-1922	21	19	20,5	04 TF 210	AKO-1928	27	26	23,5	04 TF 211	AKO-1935	34	32	27,0
Código	Ref.	Ø máx. mm	Ø mín. mm	L mm																																											
04 TF 202	AKO-1906	6	4	12,5																																											
04 TF 204	AKO-1909	9	7,5	14,0																																											
04 TF 205	AKO-1912	12	10,5	15,5																																											
04 TF 208	AKO-1915	14	12,5	17,0																																											
04 TF 207	AKO-1918	17	15	18,5																																											
04 TF 208	AKO-1922	21	19	20,5																																											
04 TF 210	AKO-1928	27	26	23,5																																											
04 TF 211	AKO-1935	34	32	27,0																																											

Taula 30- Full d'especificacions de l'abraçadora




<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Unió T amb reducció	<b>Marca:</b> Nibco
	<b>Codi:</b>	<b>Model:</b>
<b>Funció:</b> Punt d'unió entre tres canonades, una de les quals és de menor diàmetre.		
<b>Dades tècniques:</b>  Connexions femella.		<b>Imatge o esquema:</b>  
<b>Materials:</b> Coure		
<b>Dimensions:</b> 1" x 1" x 3/4"		

Taula 31- Full d'especificacions de la unió T amb reducció

<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Unió T	<b>Marca:</b> Nibco
	<b>Codi:</b>	<b>Model:</b>
<b>Funció:</b> Punt d'unió entre tres canonades d'igual diàmetre.		
<b>Dades tècniques:</b>  Connexions femella.		<b>Imatge o esquema:</b>  
<b>Materials:</b> Coure		
<b>Dimensions:</b> 1" i 3/4"		

Taula 32- Full d'especificacions de la unió T



<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Colze 90°	<b>Marca:</b> Nibco
	<b>Codi:</b>	<b>Model:</b>
<b>Funció:</b> Conducció del fluid en els trams corbats.		
<b>Dades tècniques:</b>  Colze femella – femella.		<b>Imatge o esquema:</b>  
<b>Materials:</b> Coure		
<b>Dimensions:</b> Curvatura de 90° i boca de 1" i 3/4"		

Taula 33- Full d'especificacions del colze a 90°

<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Cinta adhesiva	<b>Marca:</b> Denso																						
	<b>Codi:</b>	<b>Model:</b> PE 100																						
<b>Funció:</b> Unió i subjecció dels tubs d'aïllament de les canonades.																								
<b>Dades tècniques:</b> <table><tr><td>Lámina</td><td>Polietileno baja densidad estabilizado</td></tr><tr><td>Espesor</td><td>&gt; 0,205 mm</td></tr><tr><td>Color</td><td>negro</td></tr><tr><td>Alargamiento a la rotura</td><td>400%</td></tr><tr><td>Resistencia a la rotura</td><td>25 N/10 mm</td></tr><tr><td>Adherencia 20°C sobre PE 20°C sobre metal</td><td>3 N/10 mm 4 N/10 mm</td></tr><tr><td>Resistencia eléctrica específica de la envoltura</td><td>10.000 Ohm.m²</td></tr><tr><td>Rigidez dieléctrica</td><td>20 kV/mm</td></tr><tr><td>Temperatura en servicio continuo</td><td>-40°C a +60 °C</td></tr><tr><td>Temperatura de aplicación</td><td>-5°C a +40°C</td></tr><tr><td>Temperatura de almacenamiento</td><td>0°C a +30°C</td></tr></table>		Lámina	Polietileno baja densidad estabilizado	Espesor	> 0,205 mm	Color	negro	Alargamiento a la rotura	400%	Resistencia a la rotura	25 N/10 mm	Adherencia 20°C sobre PE 20°C sobre metal	3 N/10 mm 4 N/10 mm	Resistencia eléctrica específica de la envoltura	10.000 Ohm.m²	Rigidez dieléctrica	20 kV/mm	Temperatura en servicio continuo	-40°C a +60 °C	Temperatura de aplicación	-5°C a +40°C	Temperatura de almacenamiento	0°C a +30°C	<b>Imatge o esquema:</b> 
Lámina	Polietileno baja densidad estabilizado																							
Espesor	> 0,205 mm																							
Color	negro																							
Alargamiento a la rotura	400%																							
Resistencia a la rotura	25 N/10 mm																							
Adherencia 20°C sobre PE 20°C sobre metal	3 N/10 mm 4 N/10 mm																							
Resistencia eléctrica específica de la envoltura	10.000 Ohm.m²																							
Rigidez dieléctrica	20 kV/mm																							
Temperatura en servicio continuo	-40°C a +60 °C																							
Temperatura de aplicación	-5°C a +40°C																							
Temperatura de almacenamiento	0°C a +30°C																							
<b>Materials:</b> Polietilè de baixa densitat estabilitzat. Degut a la seva composició sense plastificants, és resistent a l'envelliment i a la intempèrie.																								
<b>Dimensions:</b> Rolls de 33 m de longitud i 3, 5 o 10 cm d'amplada.																								

Taula 34- Full d'especificacions de la cinta adhesiva



## **7.5. Plec de condicions sistema geotèrmic**

### **7.5.1. Informació general de la instal·lació**

No es pot construir sobre l'intercanviador vertical. La superfície de sobre l'intercanviador vertical no pot ser impermeable.

Solament en casos excepcionals justificats i subjectes a ajustos de disseny es poden menysprear les dues normes anteriors.

### **7.5.2. Manteniment i posta en marxa de la bomba de calor**

#### **7.5.2.1. Posta en marxa de la bomba de calor**

Abans de la posta en marxa de l'equip és necessari verificar les connexions elèctriques i hidràuliques, comprovar el correcte funcionament de la bomba de circulació d'aigua, l'emplena't i purgat del circuit hidràulic, etc.

S'ha de deixar la resistència del càrter del compressor unes 6 hores sota tensió abans d'arrancar el compressor.

A continuació es procedirà a l'ompliment del circuit hidràulic:

- ✓ Obrir les vàlvules del circuit d'aigua i assegurar-se que l'aigua circula amb el bescanviador amb la bomba en servei.
- ✓ Purgar l'aire del circuit hidràulic.
- ✓ Comprovar el funcionament del controlador de circulació d'aigua i el control d'aigua freda/calenta.

Al posar en marxa el compressor, el subrefredament i el sobreescalfament i així verificar si la càrrega de refrigerant és l'adequada a les condicions de funcionament. Per ajustar la càrrega de refrigerant es disposa d'un obús en línia de líquid.

Assegurar l'absència de tota fuga del fluid frigorífic.



Comprovar el funcionament de l'equip i verificar els elements de seguretat. Les seguretats internes de l'equip estan desconnectades. Si una seguretat està disparada, fa falta trobar la fallada i a continuació rearmar l'equip.

Assegurar que la tensió de la xarxa correspon a la tensió de l'equip i que el seu valor es manté dins dels marges admissibles.

Aquest model es troba equipat amb un compressor Scroll i incorpora una relé de control de fases. Verificar que giren en sentit correcte, i en cas contrari invertir dos fils de l'alimentació.

A la posta en marxa del circuit hidràulic, és necessari verificar el cabal d'aigua, comprovant que les temperatures mesurades a l'entrada i la sortida d'aigua de l'equip es troben dins dels límits de funcionament.

Possibles problemes en la posta en marxa

En la posta en marxa dels equips es poden originar problemes de funcionament, molts d'ells deguts a les condicions en que es realitza la posta en marxa:

- ✓ Falta de cabal d'aigua. Diferències de temperatures molt elevades entre l'entrada i la sortida de l'aigua de l'equip originades per:
  - ✓ Purga d'aire insuficient
  - ✓ Bomba de circulació d'aigua petita o girant en sentit contrari
  - ✓ Altres situacions que impedeixen la correcta circulació de l'aigua
- ✓ Falta de càrrega tèrmica en la instal·lació. S'arriben ràpidament els valors límits de funcionament originats per:
  - ✓ Funcionament incorrecte del sistema emissor





### **7.5.2.2. Manteniment de la bomba de calor**

A la ITE 08 s'especifiquen les operacions mínimes de manteniment que es necessari realitzar i la seva periodicitat en les instal·lacions amb potència instal·lada superior a 70 kW tèrmics.

Tot i que aquest equip no es troba dins d'aquest rang de potències, el comerciant aconsella el compliment de la ITE 08 per a l'execució del manteniment.

### **7.5.3. Manteniment i posta en marxa de les bombes de circulació**

#### **7.5.3.1. Posta en marxa de les bombes de circulació**

En la posta en marxa cal omplir i purgar adequadament les bombes i les canonades d'aspiració i impulsió. S'ha de purgar la bomba desenroscant el corresponent cargol de purga. Cal tenir en compte que la bomba no pot funcionar en sec, per tal que no es deteriori la carcassa.

Amb la finalitat d'evitar sorolls o, fins i tot, danys causats per la cavitació, és necessari que hi hagi una pressió mínima a l'aspiració de la bomba. Els paràmetres fonamentals per determinar la pressió mínima a d'aspiració són el valor NPSH de la bomba en el seu punt de treball i la pressió del vapor del medi d'impulsió.

S'ha de connectar la bomba durant uns breus instants amb la finalitat de comprovar que el sentit de gir coincideix amb de la fletxa de la carcassa d'aquesta. Un cop connectada, cal comprovar mitjançant les lectures del manòmetres que la pressió s'adequa als valors de la memòria.



### 7.5.3.2. Manteniment de les bombes de circulació

El tancament mecànic no requereix cap mena de manteniment. Durant la fase de rodatge pot gotejar lleugerament. No obstant, cal supervisar-la de tant en tant per comprovar que no existeixi cap fuga d'importància.

En cas de buidat parcial o total de la instal·lació, cal buidar completament la bomba per evitar fenòmens de bloqueig.

Cal tindre cura de no malmetre la junta tòrica del cos de la bomba al realitzar les operacions de manteniment.

En cas de que sigui necessari canviar el tancament mecànic de la bomba, en primer lloc cal desconnectar-la de l'alimentació elèctrica i assegurar-se que ningú pugui tornar a connectar-la involuntàriament. Després es procedirà seguint els següents passos:

- ✓ Tancar les vàlvules de tall de davant i darrere de la bomba.
- ✓ Desempenar el motor (si el fil és tan curt que no permet el desmuntatge).
- ✓ Descargolar els cargols de la brida del motor i extreure aquest últim.
- ✓ Treure el cargol i la volandera dentada.
- ✓ Extreure el rodet de l'eix.
- ✓ Extreure el tancament mecànic amb la camisa de l'eix i la junta tòrica.
- ✓ Treure l'anell fix de la brida del motor i netejar la superfície del seient.
- ✓ Netejar amb cura la superfície de recolzament de l'eix. Si l'eix està malmès, cal canviar-lo.
- ✓ Introduir un nou anell fix amb el seu corresponent suport de goma nova, utilitzant sabó convencional com a lubricant.
- ✓ Posar una junta tòrica nova en la corresponent ranura de la nova camisa i fer córrer aquesta última amb el nou tancament mecànic sobre l'eix fins al topall. La camisa i el tancament mecànic estan premuntats i no s'han de separar.



- ✓ Tornar a muntar el rodet amb la volandera dentada i el cargol.
- ✓ Tornar a introduir el conjunt motor - rodet a la carcassa de la bomba, col·locar una junta plana nova i fixar els cargols.

Els rodaments no requereixen manteniment, però en cas que aquests produeixin sorolls o vibracions anormals, caldrà substituir-los ja que això es un indicatiu de que es troben desgastats.

#### **7.5.4. Col·locació de les canonades**

Les canonades enterrades solen estar connectades en paral·lel. Al punt més alt de la instal·lació, s'haurà de instal·lar un aparell per a la purga de l'aire. Els circuits hauran d'estar equipats amb control de vàlvula de tall.

Per a reduir els costos d'aïllament, la majoria dels components possibles hauran d'estar instal·lats a l'exterior de l'edificació. A les canonades s'hauran d'equilibrar per aconseguir el flux desitjat.

#### **7.5.5. Pressió de seguretat**

En el cas de sistemes tancats s'opera a una pressió màxima de 3 bars. El canvi volumètric del fluid portador de calor (aproximadament entre el 0,8 i el 1% del volum del sistema) ha de ser calculat i s'utilitza un vas d'expansió de membrana d'acord amb la DIN 4807.

Per evitar una sobrepressió de la instal·lació (sobrepressió) s'ha d'instal·lar una vàlvula de seguretat.

S'ha de instal·lar un baròmetre on s'identifiqui la pressió màxima i mínima per a regular la pressió. Es recomana utilitzar una senyal de fuga visual i si és pertinent també acústica.



### 7.5.6. Emplenament i purga de la instal·lació

L'emplenament de la instal·lació només es pot dur a terme utilitzant la mescla correcta del fluid portador de calor. El fluid portador de calor és una barreja de d'aigua i anticongelant.

La proporció de mescla s'hauria de posar com a mínim 7°C per sota la temperatura d'evaporació mínima. Per raons de seguretat, s'ha de garantir la protecció fins a -20°C.

S'hauran de purgar els circuits, fins que tot l'aire s'hagi extret.

### 7.5.7. Comprovacions

Tot el sistema ha d'estar provat a una pressió 1,5 cops la pressió de treball i tots els seus components hauran de ser comprovats.



## 7.6. Full d' especificacions dels components de la instal·lació geotèrmica

En aquest apartat es descriuen les especificacions dels elements constitutius de l'objecte del projecte. Aquests són llistats a continuació:

- ✓ Bomba de calor geotèrmica, Taula 35.
- ✓ Tub intercanviador geotèrmic, Taula 36.
- ✓ Vàlvula de seguretat, Taula 37.
- ✓ Dipòsit ACS, Taula 38.
- ✓ Centraleta de regulació, Taula 39.
- ✓ Sonda de temperatura, Taula 40.
- ✓ Pressòstat diferencial, Taula 41.
- ✓ Sondes de temperatura dels dipòsits, Taula 42.
- ✓ Manòmetre vertical, Taula 43.
- ✓ Vàlvula antiretorn, Taula 44.
- ✓ Vàlvula reductora de pressió, Taula 45.
- ✓ Vàlvula de tall de bola, Taula 46.
- ✓ Filtre de partícules sòlides, Taula 47.
- ✓ Conductes de coure, Taula 48.
- ✓ Aïllament de canonades, Taula 49.
- ✓ Abraçadora, Taula 50.

<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Bomba de calor	<b>Marca:</b> IMMOSOLAR
	<b>Codi:</b> BC-01	<b>Model:</b> IS-SW
<b>Funció:</b> Escalfar l'aigua per a la climatització		
<b>Dades tècniques:</b>  Potència de refrigeració subministrada = 11,3 kW Potència de calefacció subministrada = 11 kW Potència extreta del terra = 8,8 kW Alimentació (V-Ph-Hz) = 400-3-50 Refrigerant = R407C Cabal d'aigua circuit interior = 2 m <sup>3</sup> /h Cabal d'aigua circuit geotèrmic = 2,8 m <sup>3</sup> /h Quantitat de refrigerant = 2,1 kg Temperatura servei col·lector exterior: -5 a +25°C		<b>Imatge o esquema:</b>  

Taula 35-Full d'especificacions de la bomba de calor geotèrmica

<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Tub intercanviador geotèrmic	<b>Marca:</b> Unidelta
	<b>Codi:</b>	<b>Model:</b> Sèrie 5.0 de 40
<b>Funció:</b> Fer l'intercanvi de calor entre el fluid caloportador i el terra		
<b>Dades tècniques:</b>  Densitat a 23 °C = $944 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  Resistència a tracció > 20 MPa  Allargament a trencament = 400 %  Coeficient elasticitat a tracció a 23 °C = 670 MPa  Coeficient elasticitat a flexió a 23 °C = 183 MPa  Calor específic a 23 °C = $1,92 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$  Conductivitat tèrmica $0,38 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$  Coeficient de dilatació tèrmica lineal $1,9 \times 10^{-4} \text{K}^{-1}$  Grau de reticulació > 65 %		<b>Imatge o esquema:</b>  
<b>Dimensions:</b>  Diàmetre exterior = 40 mm  Diàmetre interior = 32 mm		


Taula 36- Full d'especificacions del tub intercanviador geotèrmic



<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Vàlvula de seguretat	<b>Marca:</b> Salvador Escoda
	<b>Codi:</b> VS-02 a VS-03	<b>Model:</b> AA 11 126
<b>Funció:</b> Evitar que la pressió del circuit assoleixi valors perillosos que puguin degradar els elements més sensibles d'aquest		
<b>Dades tècniques:</b>  Cos de llautó OT-58 UNI 2012 Campana de llautó OT-58 UNI 2012 Obturador PTFE (tefló) Molla d'acer tractat Cargol de regulació i fixació de llautó		<b>Imatge o esquema:</b>  
<b>Dimensions:</b>  DIN 1 <sup>1/4</sup> H = 210 mm L = 87 mm		

Taula 37- Full d'especificacions de la vàlvula de seguretat




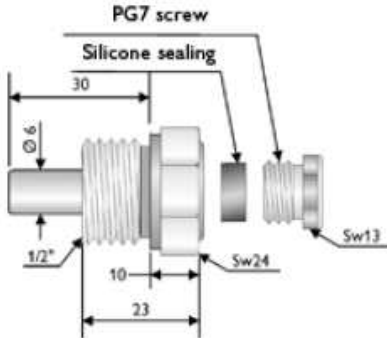

<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Dipòsit d'ACS	<b>Marca:</b> Vaillant
	<b>Codi:</b> Acumulador d'ACS	<b>Model:</b> uniStor VIH R 150/5
<b>Funció:</b> Acumular aigua calenta sanitària per al seu consum domèstic.		
<b>Dades tècniques:</b>  Capacitat: 150 litres.  Diàmetre amb aïllament: 540 mm.  Temps d'escalfament: 26 l/h  Temperatura de servei ACS: 85 °C.  Caudal punta d'aigua calenta: 361 l/min		<b>Imatge o esquema:</b>  
<b>Parts i materials:</b> Dipòsit: acer vitrificat; Ànode: magnesi		
<b>Dimensions:</b>  Alçada: 970 mm  Pes buit: 73 kg		

Taula 38- Full d'especificacions del dipòsit acumulador d'ACS.


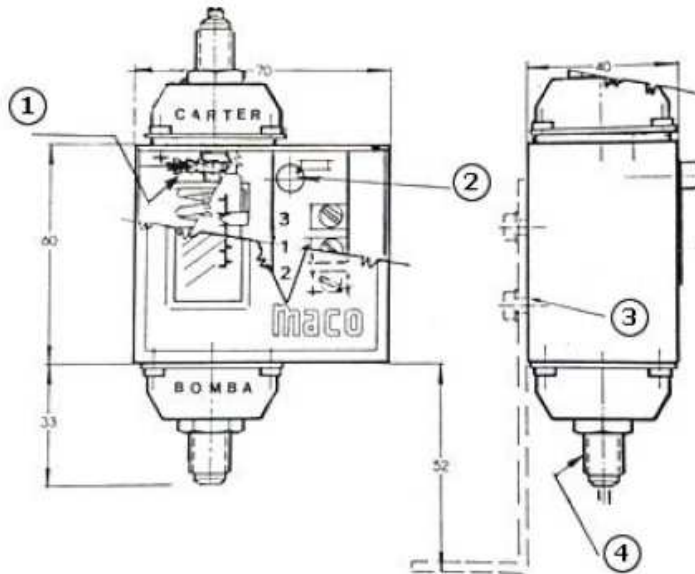


<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Centraleta de regulació	<b>Marca:</b> Vaillant
	<b>Codi:</b> CR-1	<b>Model:</b> Calor MATIC 470
<b>Funció:</b> Control i regulació del sistema geotèrmic		
<b>Dades tècniques:</b>  Circuit re circulatori: 1 (amb VR 40 o amb VR 61/2)  Control temperatura ambient: Només amb sonda exterior o directament en local en combinació con sonda exterior  Situació: a: Caldera / b: Paret  Accessoris:  Mòdul ampliació 2º circuit: VR 61/2 (Ref. 00 2012 9328)  Mòdul control producció solar: VR 68/2 (Ref. 00 2012 9333)  Control remot segona zona: VR 81/2 (Ref. 00 2012 9324)		<b>Imatge o esquema:</b>  
<b>Parts i materials:</b>		
Negro, gris, inox.		
<b>Dimensions:</b>		
115 x 147 x 50		


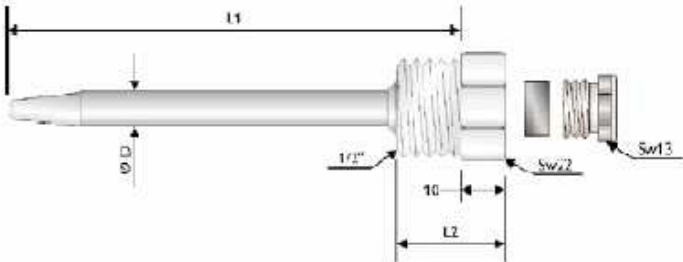
Taula 39- Full d'especificacions de la centraleta de regulació

<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Sonda de temperatura	<b>Marca:</b> Resol
	<b>Codi:</b> T-01 i T-02	<b>Model:</b> FKP 5,5
<b>Funció:</b> Mesurar la temperatura de retorn dels col·lectors i enviar la lectura a la centralita de regulació.		
<b>Dades tècniques:</b>  Tipus de sensor: PT1000 Camp de mesura: -5°C a 70 °C Connexions: 1" Rosca de allotjament del sensor: 1/2" Longitud baina: 30 mm		<b>Imatge o esquema:</b>  
<b>Parts i materials:</b> Cos: bronze; Junes: silicona; Sensor: platí.		
<b>Dimensions:</b>  Allotjament del sensor: D = 6, L1 = 30, L2 = 23   Sensor: D = 5,5, L1 = 28, L2 = 1.472  		


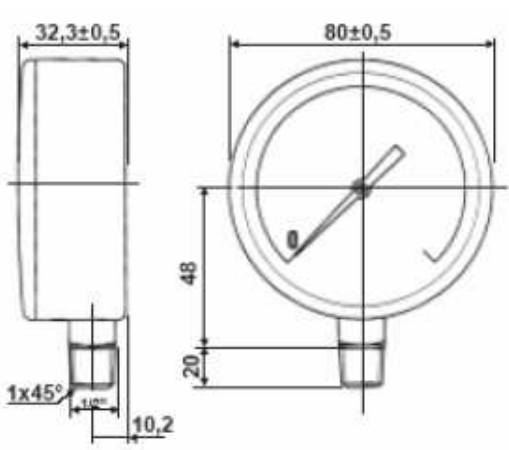
Taula 40- Full d'especificacions de la sonda de temperatura

<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Pressòstat diferencial	<b>Marca:</b> Maco
	<b>Codi:</b> PD-01	<b>Model:</b> PD 0004-3
<b>Funció:</b> Mantenir en marxa l'equip quan existeixen diferències de pressions.		
<b>Dades tècniques:</b>  Diferencial màxim i mínim: 0,5 a 4 Kg/cm2  Interruptor: 240 V CA  Característiques elèctriques: 120V – 220V	<b>Imatge o esquema:</b>  	
<b>Dimensions:</b>  		

Taula 41- Full d'especificacions del pressòstat diferencial

<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Sonda de temperatura per als dipòsits.	<b>Marca:</b> Resol					
	<b>Codi:</b> T-03	<b>Model:</b> FKP 150					
<b>Funció:</b> Mesurar la temperatura del dipòsit d'inèrcia i de l'acumulador d'ACS i així enviar la lectura a la centralita de regulació solar							
<b>Dades tècniques:</b>  Tipus de sensor: PT 1000  Model de sensor: FKP 6  T de treball: de -50°C a 180°C  Profunditat d'immersió: 150 mm  Rosca: 1/2"	<b>Imatge o esquema:</b>  						
<b>Parts i materials:</b> Cos: bronze; Juntres: silicona; Sensor: platí.							
<b>Dimensions:</b>  							
	DA [mm]	DI [mm]	L1 [mm]	L2 [mm]	material del cable	rango de temperatura	ref.
TH30V	8	6,2	30	23	acero fino	-10 ... +180 °C	280 012 30
TH45V	8	6,2	45	23	acero fino	-10 ... +180 °C	280 010 20
TH60V	8	6,2	60	23	acero fino	-10 ... +180 °C	280 001 00
TH60V/4	5	4,2	60	23	acero fino	vainas especiales para FKP4/H	290 002 20
TH100V	8	6,2	100	23	acero fino	-10 ... +80 °C	280 002 10
TH100V/4	5	4,2	100	23	acero fino	vainas especiales para FKP4/H	290 002 30
TH150V	8	6,2	150	23	acero fino	-10 ... +80 °C	280 002 20
TH200V	8	6,2	200	23	acero fino	-10 ... +80 °C	280 002 30

Taula 42- Full d'especificacions de la sonda de temperatura dels dipòsits


<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Manòmetre vertical	<b>Marca:</b> Salvador escoda
	<b>Codi:</b> M-01 a M-03	<b>Model:</b> IM 30 503
<b>Funció:</b> Mesurar la pressió existent en diferents punts del sistema..		
<b>Dades tècniques:</b>  Manòmetre d"agulla de connexió radial  Camp de mesura: 0-400 kPa  Precisió: $\pm 2,5\%$ fons escala  Connexió: 1/2"  Pressió estàtica: 10-75% fons escala  Pressió dinàmica: 10-66% fons escala  Pressió màxima: 75-100% fons escala  Temperatura ambient: de $-20^{\circ}\text{C}$ a $60^{\circ}\text{C}$  Temperatura del fluid: de $-20^{\circ}\text{C}$ a $60^{\circ}\text{C}$  Sobrepessió màxima: 125% fons escala		<b>Imatge o esquema:</b>  
<b>Parts i materials:</b> Caixa: acer negre; Esfera: alumini blanc; Agulla: alumini negre; Visor: policarbonat; Element de mesura: aliatge de coure; Mecanisme: aliatge de coure; Pern de connexió: aliatge de coure.		
<b>Dimensions:</b>  		

Taula 43- Full d' especificacions del manòmetre vertical

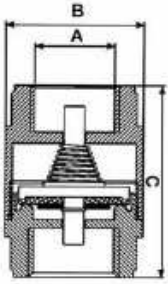


<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Vàlvula antiretorn	<b>Marca:</b> Salvador Escoda
	<b>Codi:</b> VA-01 a VA-06	<b>Model:</b> 1"

**Funció:** Garantir el sentit del flux pels circuits hidràulics.

<div><b>Dades tècniques:</b>  Temperatura de treball: de 0°C a 90°C.  Pressió màxima: veure taula.  Posició de treball: qualsevol.</div>	<div><b>Imatge o esquema:</b>  </div>
--	--


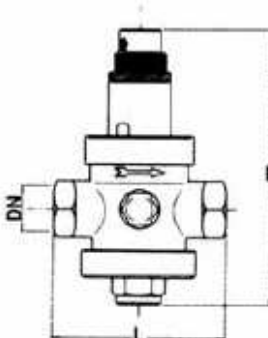
**Parts i materials:**  
  
Cos: Llautó  
  
Disc: Niló  
  
Junta de tancament: NBR  
  
Molla: Acer inoxidable AISI 304

**Dimensions:**  
  


A	B	C
3/8"	29	45
1/2"	30	48
3/4"	37	50
1"	44	58
1-1/4"	56	66
1-1/2"	63	71
2"	78	80
2-1/2"	103	91
3"	120	104
4"	155	116


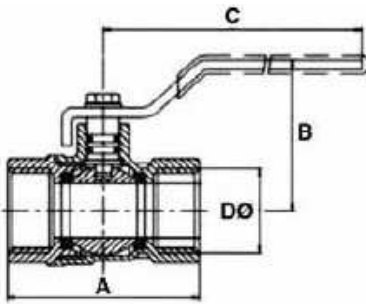
Medida	Presión Máxima (bar)
3/8"	12
1/2"	12
3/4"	12
1"	12
1-1/4"	10
1-1/2"	10
2"	10
2-1/2"	8
3"	8
4"	8

Taula 44- Full d'especificacions de la vàlvula antiretorn


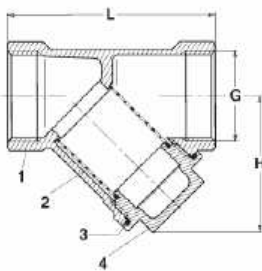
<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Vàlvula reductora de pressió	<b>Marca:</b> Eurobrass																																												
	<b>Codi:</b> VP-01	<b>Model:</b> 1"																																												
<b>Funció:</b> Reduir la pressió de l'aigua de la xarxa fins a un valor adequat per al circuit.																																														
<b>Dades tècniques:</b>  Pressió d'entrada màxima: 25 bar  Pressió de sortida regulable: de 0,5 bar a 6 bar  Temperatura màxima: 130 °C  Pres a per a manòmetre 1/4" amb tap  Pes: 2550 gr.	<b>Imatge o esquema:</b>  																																													
<b>Parts i materials:</b>  Cos: llautó estampat niquelat  Molla: acer zincat  Seient: acer inox.18/10  Junta: bitó  Obturador: acer inox. 18/10.																																														
<b>Dimensions (mm):</b>  <div><table><thead><tr><th>DN</th><th>Peso (gr)</th><th>L</th><th>H</th></tr></thead><tbody><tr><td>3/8"</td><td>790</td><td>75</td><td>120</td></tr><tr><td>1/2"</td><td>790</td><td>75</td><td>120</td></tr><tr><td>3/4"</td><td>1.300</td><td>85</td><td>150</td></tr><tr><td>1"</td><td>1.340</td><td>89</td><td>160</td></tr><tr><td>1-1/4"</td><td>2.550</td><td>125</td><td>220</td></tr><tr><td>1-1/2"</td><td>2.560</td><td>130</td><td>220</td></tr><tr><td>2"</td><td>3.950</td><td>138</td><td>250</td></tr><tr><td>2-1/2"</td><td>4.100</td><td>145</td><td>260</td></tr><tr><td>3"</td><td>5.600</td><td>177</td><td>285</td></tr><tr><td>4"</td><td>-</td><td>190</td><td>310</td></tr></tbody></table></div>			DN	Peso (gr)	L	H	3/8"	790	75	120	1/2"	790	75	120	3/4"	1.300	85	150	1"	1.340	89	160	1-1/4"	2.550	125	220	1-1/2"	2.560	130	220	2"	3.950	138	250	2-1/2"	4.100	145	260	3"	5.600	177	285	4"	-	190	310
DN	Peso (gr)	L	H																																											
3/8"	790	75	120																																											
1/2"	790	75	120																																											
3/4"	1.300	85	150																																											
1"	1.340	89	160																																											
1-1/4"	2.550	125	220																																											
1-1/2"	2.560	130	220																																											
2"	3.950	138	250																																											
2-1/2"	4.100	145	260																																											
3"	5.600	177	285																																											
4"	-	190	310																																											

Taula 45- Full d'especificacions de les vàlvules reductores de pressió



<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Vàlvula de tall de bola	<b>Marca:</b> Salvador Escoda																																																																																																
	<b>Codi:</b> VT-01 a VT-13 VB-01 a VT-04	<b>Model:</b> 1" i ¾"																																																																																																
<b>Funció:</b> Interrompre manualment el pas de fluid en determinades parts del circuit.																																																																																																		
<b>Dades tècniques:</b>  Estanquitat per anelles de tefló  Gir de tancament - obertura: 90º  Temperatura mínima: -10 ºC  Temperatura màxima: 130 ºC	<b>Imatge o esquema:</b>  																																																																																																	
<b>Parts i materials:</b> Cos: Llautó MS58 cromat, Bola: Llautó cromat, Anells de tancament: Tefló (PTFE), Eix: Llautó, Palanca: Acero plastificat.																																																																																																		
<b>Dimensions :</b>  																																																																																																		
<table><tr><th>Rosca</th><th>1/4"</th><th>3/8"</th><th>1/2"</th><th>3/4"</th><th>1"</th><th>1-1/4"</th><th>1-1/2"</th><th>2"</th><th>2-1/2"</th><th>3"</th><th>4"</th></tr><tr><td>A</td><td>39,00</td><td>41,50</td><td>48,50</td><td>56,00</td><td>66,50</td><td>75,00</td><td>85,50</td><td>105,50</td><td>126,00</td><td>151,50</td><td>180,00</td></tr><tr><td>B</td><td>43,00</td><td>43,00</td><td>49,00</td><td>51,00</td><td>55,00</td><td>70,00</td><td>75,00</td><td>90,00</td><td>112,00</td><td>123,00</td><td>145,00</td></tr><tr><td>C</td><td>70,00</td><td>70,00</td><td>98,00</td><td>98,00</td><td>111,00</td><td>140,00</td><td>140,00</td><td>152,00</td><td>200,00</td><td>200,00</td><td>250,00</td></tr><tr><td>DØ</td><td>9,00</td><td>9,70</td><td>14,50</td><td>19,00</td><td>24,00</td><td>30,00</td><td>37,00</td><td>48,00</td><td>60,50</td><td>74,00</td><td>93,00</td></tr><tr><td>Peso (kg)</td><td>0,102</td><td>0,110</td><td>0,175</td><td>0,255</td><td>0,420</td><td>0,635</td><td>0,875</td><td>1,525</td><td>2,800</td><td>3,800</td><td>5,600</td></tr><tr><td>Uds.Caja</td><td>12</td><td>12</td><td>10</td><td>10</td><td>5</td><td>6</td><td>6</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td></tr><tr><td>Código</td><td>AA 03 161</td><td>AA 03 162</td><td>AA 03 163</td><td>AA 03 164</td><td>AA 03 165</td><td>AA 03 166</td><td>AA 03 167</td><td>AA 03 168</td><td>AA 03 169</td><td>AA 03 170</td><td>AA 03 171</td></tr></table>			Rosca	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	2"	2-1/2"	3"	4"	A	39,00	41,50	48,50	56,00	66,50	75,00	85,50	105,50	126,00	151,50	180,00	B	43,00	43,00	49,00	51,00	55,00	70,00	75,00	90,00	112,00	123,00	145,00	C	70,00	70,00	98,00	98,00	111,00	140,00	140,00	152,00	200,00	200,00	250,00	DØ	9,00	9,70	14,50	19,00	24,00	30,00	37,00	48,00	60,50	74,00	93,00	Peso (kg)	0,102	0,110	0,175	0,255	0,420	0,635	0,875	1,525	2,800	3,800	5,600	Uds.Caja	12	12	10	10	5	6	6	2	2	2	2	Código	AA 03 161	AA 03 162	AA 03 163	AA 03 164	AA 03 165	AA 03 166	AA 03 167	AA 03 168	AA 03 169	AA 03 170	AA 03 171
Rosca	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	2"	2-1/2"	3"	4"																																																																																							
A	39,00	41,50	48,50	56,00	66,50	75,00	85,50	105,50	126,00	151,50	180,00																																																																																							
B	43,00	43,00	49,00	51,00	55,00	70,00	75,00	90,00	112,00	123,00	145,00																																																																																							
C	70,00	70,00	98,00	98,00	111,00	140,00	140,00	152,00	200,00	200,00	250,00																																																																																							
DØ	9,00	9,70	14,50	19,00	24,00	30,00	37,00	48,00	60,50	74,00	93,00																																																																																							
Peso (kg)	0,102	0,110	0,175	0,255	0,420	0,635	0,875	1,525	2,800	3,800	5,600																																																																																							
Uds.Caja	12	12	10	10	5	6	6	2	2	2	2																																																																																							
Código	AA 03 161	AA 03 162	AA 03 163	AA 03 164	AA 03 165	AA 03 166	AA 03 167	AA 03 168	AA 03 169	AA 03 170	AA 03 171																																																																																							

Taula 46- Full d'especificacions de les vàlvules de bola


<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Filtre de partícules sòlides	<b>Marca:</b> Salvador Escoda																					
	<b>Codi:</b> F-01	<b>Model:</b> 1"																					
<b>Funció:</b> Retenir les partícules sòlides a l'aspiració de la bomba de circulació i a l'entrada de l'aigua de xarxa per al bon funcionament de la instal·lació.																							
<b>Dades tècniques:</b>  Temperatura màxima de treball: 110°C  Pressió màxima de treball: 1.600 kPa  Perforació de la malla: 0,5 mm  Connexió: Rosca femella BSP	<b>Imatge o esquema:</b>  																						
<b>Parts i materials:</b>  Cos: llautó  Malla: acer inoxidable  Junta plana: NBR  Tap: llautó																							
<b>Dimensions:</b>   <table><tr><th>G</th><th>3/8"</th><th>1/2"</th><th>3/4"</th><th>1"</th><th>1-1/4"</th><th>1-1/2"</th></tr><tr><td>H (mm)</td><td>48</td><td>48</td><td>48</td><td>56</td><td>64</td><td>72</td></tr><tr><td>L (mm)</td><td>55</td><td>55</td><td>70</td><td>87</td><td>96</td><td>106</td></tr></table>			G	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	H (mm)	48	48	48	56	64	72	L (mm)	55	55	70	87	96	106
G	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"																	
H (mm)	48	48	48	56	64	72																	
L (mm)	55	55	70	87	96	106																	

Taula 47- Full d' especificacions del filtre de partícules sòlides




Ruben Ferrer Amorós  
Ruben Caballero Lopez





<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Conductes de coure	<b>Marca:</b> Tubocobre S.A																																																																																																																																																																																																																								
	<b>Codi:</b>	<b>Model:</b>																																																																																																																																																																																																																								
<b>Funció:</b> Transportar el fluid de la instal·lació per tots els circuits, fent-lo arribar a tots els aparells necessaris.																																																																																																																																																																																																																										
<b>Dades tècniques:</b>  Conductes de coure tipus M.  Canonada rígida.  Color de identificació: vermell.  Instal·lació: soldadura de estany.  Longitud de tramo: 5 m	<b>Imatge o esquema:</b>  																																																																																																																																																																																																																									
<b>Parts i materials:</b> Conductes de coure.																																																																																																																																																																																																																										
<b>Dimensions:</b> <table><tr><th>MEDIDA NOMINAL</th><th>DIAMETRO EXTERIOR</th><th>GRUESO PARED</th><th>PESO KGS. POR METRO</th><th>PESO KGS. POR TRAMOS</th><th>PRESION MAXIMA Lbs. x Pulg.<sup>2</sup></th><th>PRESION CONSTANTE Lbs. x Pulg.<sup>2</sup></th><th>FLUJO EN LITROS X MINUTO</th></tr><tr><td>1/4"</td><td>.375"</td><td>.0255"</td><td>.159</td><td>.966</td><td>6133</td><td>1226</td><td></td></tr><tr><td>6,35 mm.</td><td>9,525 mm.</td><td>.635 mm.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>3/8"</td><td>.500"</td><td>.025"</td><td>.216</td><td>1.312</td><td>4500</td><td>900</td><td>8,507</td></tr><tr><td>9,5 mm.</td><td>12,700 mm.</td><td>.635 mm.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1/2"</td><td>.625"</td><td>.026"</td><td>.304</td><td>1.846</td><td>4032</td><td>806</td><td>15,382</td></tr><tr><td>12,7 mm.</td><td>15,875 mm.</td><td>.711 mm.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>3/4"</td><td>.875"</td><td>.032"</td><td>.488</td><td>2,980</td><td>3291</td><td>658</td><td>40,333</td></tr><tr><td>19 mm.</td><td>22,225 mm.</td><td>.812 mm.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1"</td><td>1.125"</td><td>.035"</td><td>.692</td><td>4,214</td><td>2800</td><td>560</td><td>83,18</td></tr><tr><td>25 mm.</td><td>28,575 mm.</td><td>.889 mm.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1 1/4"</td><td>1.375"</td><td>.042"</td><td>1,015</td><td>6,184</td><td>2749</td><td>550</td><td>148,58</td></tr><tr><td>32 mm.</td><td>34,925 mm.</td><td>.966 mm.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1 1/2"</td><td>1.625"</td><td>.049"</td><td>1,400</td><td>8,530</td><td>2713</td><td>542</td><td>235,94</td></tr><tr><td>38 mm.</td><td>41,275 mm.</td><td>1,24 mm.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>2"</td><td>2.125"</td><td>.058"</td><td>2,172</td><td>13,245</td><td>2456</td><td>491</td><td>495,86</td></tr><tr><td>51 mm.</td><td>53,975 mm.</td><td>1,47 mm.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>2 1/2"</td><td>2.625"</td><td>.065"</td><td>3,020</td><td>18,380</td><td>2228</td><td>445</td><td>876,01</td></tr><tr><td>64 mm.</td><td>66,675 mm.</td><td>1,68 mm.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>3"</td><td>3,125"</td><td>.072"</td><td>3,988</td><td>24,285</td><td>2073</td><td>414</td><td>1420,09</td></tr><tr><td>76 mm.</td><td>79,375 mm.</td><td>1,83 mm.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>3 1/2"</td><td>3,625"</td><td>.083"</td><td>5,327</td><td>32,495</td><td>2060</td><td>412</td><td></td></tr><tr><td>89 mm.</td><td>92,075 mm.</td><td>2,11 mm.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>4"</td><td>4,125"</td><td>.095"</td><td>6,934</td><td>42,293</td><td>2072</td><td>141</td><td>3025,71</td></tr><tr><td>102 mm.</td><td>104,77 mm.</td><td>2,41 mm.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>5"</td><td>5,125"</td><td>.109"</td><td>9,910</td><td>60,451</td><td>1914</td><td>383</td><td>5222,62</td></tr><tr><td>128 mm.</td><td>142,87 mm.</td><td>2,77 mm.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>			MEDIDA NOMINAL	DIAMETRO EXTERIOR	GRUESO PARED	PESO KGS. POR METRO	PESO KGS. POR TRAMOS	PRESION MAXIMA Lbs. x Pulg. <sup>2</sup>	PRESION CONSTANTE Lbs. x Pulg. <sup>2</sup>	FLUJO EN LITROS X MINUTO	1/4"	.375"	.0255"	.159	.966	6133	1226		6,35 mm.	9,525 mm.	.635 mm.						3/8"	.500"	.025"	.216	1.312	4500	900	8,507	9,5 mm.	12,700 mm.	.635 mm.						1/2"	.625"	.026"	.304	1.846	4032	806	15,382	12,7 mm.	15,875 mm.	.711 mm.						3/4"	.875"	.032"	.488	2,980	3291	658	40,333	19 mm.	22,225 mm.	.812 mm.						1"	1.125"	.035"	.692	4,214	2800	560	83,18	25 mm.	28,575 mm.	.889 mm.						1 1/4"	1.375"	.042"	1,015	6,184	2749	550	148,58	32 mm.	34,925 mm.	.966 mm.						1 1/2"	1.625"	.049"	1,400	8,530	2713	542	235,94	38 mm.	41,275 mm.	1,24 mm.						2"	2.125"	.058"	2,172	13,245	2456	491	495,86	51 mm.	53,975 mm.	1,47 mm.						2 1/2"	2.625"	.065"	3,020	18,380	2228	445	876,01	64 mm.	66,675 mm.	1,68 mm.						3"	3,125"	.072"	3,988	24,285	2073	414	1420,09	76 mm.	79,375 mm.	1,83 mm.						3 1/2"	3,625"	.083"	5,327	32,495	2060	412		89 mm.	92,075 mm.	2,11 mm.						4"	4,125"	.095"	6,934	42,293	2072	141	3025,71	102 mm.	104,77 mm.	2,41 mm.						5"	5,125"	.109"	9,910	60,451	1914	383	5222,62	128 mm.	142,87 mm.	2,77 mm.					
MEDIDA NOMINAL	DIAMETRO EXTERIOR	GRUESO PARED	PESO KGS. POR METRO	PESO KGS. POR TRAMOS	PRESION MAXIMA Lbs. x Pulg. <sup>2</sup>	PRESION CONSTANTE Lbs. x Pulg. <sup>2</sup>	FLUJO EN LITROS X MINUTO																																																																																																																																																																																																																			
1/4"	.375"	.0255"	.159	.966	6133	1226																																																																																																																																																																																																																				
6,35 mm.	9,525 mm.	.635 mm.																																																																																																																																																																																																																								
3/8"	.500"	.025"	.216	1.312	4500	900	8,507																																																																																																																																																																																																																			
9,5 mm.	12,700 mm.	.635 mm.																																																																																																																																																																																																																								
1/2"	.625"	.026"	.304	1.846	4032	806	15,382																																																																																																																																																																																																																			
12,7 mm.	15,875 mm.	.711 mm.																																																																																																																																																																																																																								
3/4"	.875"	.032"	.488	2,980	3291	658	40,333																																																																																																																																																																																																																			
19 mm.	22,225 mm.	.812 mm.																																																																																																																																																																																																																								
1"	1.125"	.035"	.692	4,214	2800	560	83,18																																																																																																																																																																																																																			
25 mm.	28,575 mm.	.889 mm.																																																																																																																																																																																																																								
1 1/4"	1.375"	.042"	1,015	6,184	2749	550	148,58																																																																																																																																																																																																																			
32 mm.	34,925 mm.	.966 mm.																																																																																																																																																																																																																								
1 1/2"	1.625"	.049"	1,400	8,530	2713	542	235,94																																																																																																																																																																																																																			
38 mm.	41,275 mm.	1,24 mm.																																																																																																																																																																																																																								
2"	2.125"	.058"	2,172	13,245	2456	491	495,86																																																																																																																																																																																																																			
51 mm.	53,975 mm.	1,47 mm.																																																																																																																																																																																																																								
2 1/2"	2.625"	.065"	3,020	18,380	2228	445	876,01																																																																																																																																																																																																																			
64 mm.	66,675 mm.	1,68 mm.																																																																																																																																																																																																																								
3"	3,125"	.072"	3,988	24,285	2073	414	1420,09																																																																																																																																																																																																																			
76 mm.	79,375 mm.	1,83 mm.																																																																																																																																																																																																																								
3 1/2"	3,625"	.083"	5,327	32,495	2060	412																																																																																																																																																																																																																				
89 mm.	92,075 mm.	2,11 mm.																																																																																																																																																																																																																								
4"	4,125"	.095"	6,934	42,293	2072	141	3025,71																																																																																																																																																																																																																			
102 mm.	104,77 mm.	2,41 mm.																																																																																																																																																																																																																								
5"	5,125"	.109"	9,910	60,451	1914	383	5222,62																																																																																																																																																																																																																			
128 mm.	142,87 mm.	2,77 mm.																																																																																																																																																																																																																								

Taula 48- Full d' especificacions dels conductes de coure

<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Aïllament per canonades.	<b>Marca:</b> Isocell																																
	<b>Codi:</b>	<b>Model:</b>																																
<b>Funció:</b> Aïllar tèrmicament les canonades de la instal·lació.																																		
<b>Dades tècniques:</b>  Temperatura d'utilització: de -45 °C a 105 °C  Coeficient de conductivitat tèrmica: A 0°C: 0,034 $\frac{W}{m \cdot ^\circ C}$ A 10°C: 0,036 $\frac{W}{m \cdot ^\circ C}$ A 40°C: 0,039 $\frac{W}{m \cdot ^\circ C}$  F. resistència de difusió de vapor d'aigua:μ 5.000  Resistència al foc classe 1: M1-23727 / UNE  Resistència a l'ozó: excel·lent  Resistència als fongs: excel·lent  Resistència als agents atmosfèrics: excel·lent  Olor: neutra	<b>Imatge o esquema:</b>  																																	
<b>Parts i materials:</b> Elastòmer extruït de cèl·lula tancada nitril - PVC.																																		
<b>Dimensions:</b> <table><tr><th>Tipus</th><th>Diàmetre interior</th><th>Espessor (mm)</th><th>Espessor total (mm)</th></tr><tr><td>28x19</td><td>1"</td><td>19</td><td>19</td></tr><tr><td>35x19</td><td>1-1/4"</td><td>19</td><td>19</td></tr><tr><td>42x19</td><td>1-1/2"</td><td>19</td><td>19</td></tr><tr><td>70x13</td><td>1" + 28x19</td><td>13</td><td>32</td></tr><tr><td>76x13</td><td>1-1/4" + 35x19</td><td>13</td><td>32</td></tr><tr><td>89x13</td><td>1-1/2" + 42x19</td><td>13</td><td>32</td></tr><tr><td>89x19</td><td>1-1/2" + 42x19</td><td>19</td><td>48</td></tr></table>			Tipus	Diàmetre interior	Espessor (mm)	Espessor total (mm)	28x19	1"	19	19	35x19	1-1/4"	19	19	42x19	1-1/2"	19	19	70x13	1" + 28x19	13	32	76x13	1-1/4" + 35x19	13	32	89x13	1-1/2" + 42x19	13	32	89x19	1-1/2" + 42x19	19	48
Tipus	Diàmetre interior	Espessor (mm)	Espessor total (mm)																															
28x19	1"	19	19																															
35x19	1-1/4"	19	19																															
42x19	1-1/2"	19	19																															
70x13	1" + 28x19	13	32																															
76x13	1-1/4" + 35x19	13	32																															
89x13	1-1/2" + 42x19	13	32																															
89x19	1-1/2" + 42x19	19	48																															

Taula 49- Full d' especificacions de l' aïllament de les canonades

<b>Projecte:</b> Disseny d'una instal·lació de calefacció i ACS a partir d'energies renovables	<b>Nom:</b> Abraçadora	<b>Marca:</b> AKO electrònica																																													
	<b>Codi:</b>	<b>Model:</b>																																													
<b>Funció:</b> Subjecció de les canonades																																															
<b>Dades tècniques:</b>  Resistència a la ruptura: $10 \frac{N}{mm^2}$  Allargament a la ruptura: 250%  Duresa Shore A: $73 \pm 3$  Temperatura ambient de treball: $-35^{\circ}\text{C}$ a $100^{\circ}\text{C}$		<b>Imatge o esquema:</b>  																																													
<b>Parts i materials:</b> Acer inoxidable AISI 304 polit 2B i Elastòmer EPDM.																																															
<b>Dimensions:</b>  <div></div> <table><thead><tr><th>Código</th><th>Ref.</th><th>Ø máx. mm</th><th>Ø mín. mm</th><th>L mm</th></tr></thead><tbody><tr><td>04 TF 202</td><td>AKO-1906</td><td>6</td><td>4</td><td>12,5</td></tr><tr><td>04 TF 204</td><td>AKO-1909</td><td>9</td><td>7,5</td><td>14,0</td></tr><tr><td>04 TF 205</td><td>AKO-1912</td><td>12</td><td>10,5</td><td>15,5</td></tr><tr><td>04 TF 208</td><td>AKO-1915</td><td>14</td><td>12,5</td><td>17,0</td></tr><tr><td>04 TF 207</td><td>AKO-1918</td><td>17</td><td>15</td><td>18,5</td></tr><tr><td>04 TF 208</td><td>AKO-1922</td><td>21</td><td>19</td><td>20,5</td></tr><tr><td>04 TF 210</td><td>AKO-1928</td><td>27</td><td>26</td><td>23,5</td></tr><tr><td>04 TF 211</td><td>AKO-1935</td><td>34</td><td>32</td><td>27,0</td></tr></tbody></table>			Código	Ref.	Ø máx. mm	Ø mín. mm	L mm	04 TF 202	AKO-1906	6	4	12,5	04 TF 204	AKO-1909	9	7,5	14,0	04 TF 205	AKO-1912	12	10,5	15,5	04 TF 208	AKO-1915	14	12,5	17,0	04 TF 207	AKO-1918	17	15	18,5	04 TF 208	AKO-1922	21	19	20,5	04 TF 210	AKO-1928	27	26	23,5	04 TF 211	AKO-1935	34	32	27,0
Código	Ref.	Ø máx. mm	Ø mín. mm	L mm																																											
04 TF 202	AKO-1906	6	4	12,5																																											
04 TF 204	AKO-1909	9	7,5	14,0																																											
04 TF 205	AKO-1912	12	10,5	15,5																																											
04 TF 208	AKO-1915	14	12,5	17,0																																											
04 TF 207	AKO-1918	17	15	18,5																																											
04 TF 208	AKO-1922	21	19	20,5																																											
04 TF 210	AKO-1928	27	26	23,5																																											
04 TF 211	AKO-1935	34	32	27,0																																											

Taula 50- Full d' especificacions de l' abraçadora

## **8.- ESTAT D'AMIDAMENTS**



## Índex de l'Estat d'amidaments

8. Estat d'amidaments .....	444
8.1. Estat d'amidaments plaques solars .....	444
8.1.1. Relació de partides .....	444
8.1.1.1. Estat d'amidaments per partides.....	444
8.1.1.1.1. Partida 1: Energia Solar.....	444
8.1.1.1.2. Partida 2: ACS .....	446
8.1.1.1.3. Partida 3: Calefacció.....	447
8.2. Estat d'amidaments geotèrmia .....	448
8.2.1. Relació de partides .....	448
8.2.1.1. Estat d'amidaments per partides.....	449
8.2.1.1.1. Partida 1: Circuit geotèrmic .....	449
8.2.1.1.2. Partida 2: ACS .....	450



## **8. Estat d'amidaments**

### **8.1. Estat d'amidaments plaques solars**

#### **8.1.1. Relació de partides**

Per al desglossament de l'estat d'amidaments i del pressupost, la relació d'elements que formen part de la instal·lació s'ha dividit en 3 partides, segons la zona de la instal·lació on s'ubiquen.

Les partides en que s'han dividit són:

- ✓ Partida 1: Energia Solar
- ✓ Partida 2: ACS
- ✓ Partida 3: Calefacció

##### **8.1.1.1. Estat d'amidaments per partides**

###### **8.1.1.1.1. Partida 1: Energia Solar**

Els elements necessaris per la partida d'energia solar es mostren a la Taula 1.





Energia solar		
Descripció	Quantitat	Unitats
Col·lector solar TAKAMA T2-INOX	7	unitat
Dissipador SALVADOR ESCODA CE 19 912	1	unitat
Propilenglicol 25 L HARTGARD	1	litres
Grup Hidràulic ROCA KHS10	1	unitat
Vas d'expansió SALVADOR ESCODA 5 CMF	1	unitat
Tub de coure 1" NACOBRE	20	metres
Tub de coure ¾" NACOBRE	24	metres
Aïllament 28 X 19 ISOCELL	24	metres
Aïllament 48 X 9 ISOCELL	24	metres
Aïllament 22 X 19 ISOCELL	24	metres
Aïllament 42 X 9 ISOCELL	24	metres
Cinta adhesiva 33m DENSO PE 100	3	unitat
Tap ¾" NIBCO	8	unitat
Filtre partícules sòlides 1" SALVADOR ESCODA	3	unitat
Vàlvula bola SALVADOR ESCODA 1"	10	unitat
Vàlvula bola SALVADOR ESCODA ¾"	6	unitat
Vàlvula antiretorn SALVADOR ESCODA 1"	4	unitat
Electrovàlvula 3 vies SALVADOR ESCODA SF 20 EB 1"	2	unitat
Vàlvula d'equilibrat SALVADOR ESCODA STAD-20 ¾"	2	unitat
Vàlvula de seguretat ROCA 1"	1	unitat
Embut de descàrrega SALVADOR ESCODA 1"	1	unitat
Embut de descàrrega SALVADOR ESCODA ¾"	2	unitat
Purgador d'aire ROCA Flexvent	2	unitat
Centraleta de regulació RESOL Deltasol	1	unitat
Sonda temperatura RESOL FKP 150	1	unitat
Sensor radiació solar RESOL CS10	1	unitat
Manòmetre SALVADOR ESCODA IM 30 503	3	unitat
T 1" NIBCO	2	unitat
T ¾" NIBCO	3	unitat
Colze 90° 1" NIBCO	8	unitat
Colze 90° ¾" NIBCO	7	unitat
Abraçadora 1" AKO 04 TF 210	18	unitat
Abraçadora ¾" AKO 04 TF 208	24	unitat
Lampista Oficial 1a	30	hores
Ajudant lampista	30	hores

Taula 1- Partida Energia Solar

**8.1.1.1.2. Partida 2: ACS**

Els elements necessaris per la partida d'ACS es mostren a la Taula 2.

ACS		
Descripció	Quantitat	Unitats
Dipòsit acumulador ACS SONNENKRAFT ELB200R2E	1	unitat
Sonda temperatura per dipòsits RESOL FKP 150	1	unitat
Manòmetre SALVADOR ESCODA IM 30 503	1	unitat
Vàlvula bola ROCA ¾"	4	unitat
Vàlvula antiretorn ROCA ¾"	3	unitat
Vàlvula de seguretat ROCA ¾"	1	unitat
Vàlvula reductora de pressió EUROBRASS ¾"	1	unitat
Embut de descàrrega SALVADOR ESCODA ¾"	1	unitat
Filtre partícules sòlides ¾" SALVADOR ESCODA	1	unitat
Tub de coure ¾" NACOBRE	1	unitat
Aïllament 22 X 19 ISOCELL	8	metres
Aïllament 42 X 9 ISOCELL	8	metres
Abraçadora 1" AKO 04 TF 210	7	unitat
Lampista Oficial 1a	15	hores
Ajudant lampista	15	hores

Taula 2- Partida d'ACS



### 8.2.1.1.3. Partida 3: Calefacció

Els elements necessaris per la partida de calefacció es mostren a la Taula 3 .

Calefacció		
Descripció	Quantitat	Unitats
Dipòsit acumulador IMMOSOLAR PS/GWT 1200 L	1	unitat
Sonda temperatura per dipòsits RESOL FKP 150	1	unitat
Manòmetre SALVADOR ESCODA IM 30 503	1	unitat
Vàlvula bola ROCA 1"	4	unitat
Vàlvula bola ROCA ¾"	1	unitat
Vàlvula antiretorn ROCA 1"	2	unitat
Vàlvula antiretorn ROCA ¾"	1	unitat
Vàlvula de seguretat ROCA 1"	1	unitat
Vàlvula reductora de pressió EUROBRASS 1"	1	unitat
Electrovàlvula 3 vies SALVADOR ESCODA SF 20 EB ¾"	1	unitat
Embut de descàrrega SALVADOR ESCODA 1"	1	unitat
Filtre partícules sòlides 1" SALVADOR ESCODA	1	unitat
Tub de coure 1" NACOBRE de 5 m	1	unitat
Aïllament 28 X 19 ISOCELL	10	metres
Aïllament 48 X 9 ISOCELL	10	metres
Abraçadora 1" AKO 04 TF 210	6	unitat
Lampista Oficial 1a	12	hores
Ajudant lampista	12	hores

Taula 3- Partida de calefacció



## **8.2. Estat d'amidaments geotèrmia**

### **8.2.1. Relació de partides**

Per al desglossament de l'estat d'amidaments i del pressupost, la relació d'elements que formen part de la instal·lació s'ha dividit en 1 partida, segons la zona de la instal·lació on s'ubica.

La partida en que s'han dividit és:

- ✓ Partida 1: Circuit geotèrmic.
- ✓ Partida 2: ACS.



### 8.2.1.1. Estat d'amidaments per partides

#### 8.2.1.1.1. Partida 1: Circuit geotèrmic

Els elements necessaris per la partida del circuit geotèrmic es mostren a la Taula 4.

Geotèrmia		
Descripció	Quantitat	Unitats
Bomba de calor IMMOSOLAR IS_SW	1	unitat
Tub intercanviador geotèrmic UNIDELTA SÈRIE 5.0 40	200	metres
Centraleta de regulació VAILLANT CALOR MATIC 470	1	unitat
Sonda temperatura RESOL FKP 5,5	1	unitat
Pressòstat diferencial MACO PD 0004-3	2	unitat
Manòmetre SALVADOR ESCODA IM 30 503	1	unitat
Vàlvula de bola de tall SALVADOR ESCODA	5	unitat
Embut de descàrrega SALVADOR ESCODA	3	unitat
Oficial de 1ª	50	hores
Peó en règim general	50	hores
Moviment de terres i perforació	8,25	hores

*Taula 4- Partida del circuit geotèrmic*

**8.2.1.1.2. Partida 2: ACS**

Els elements necessaris per la partida d'ACS del circuit geotèrmic es mostren a la Taula 5.

ACS		
Descripció	Quantitat	Unitats
Dipòsit acumulador ACS Vaillant UNISTOR VIH R 150/5	1	unitat
Vàlvula de seguretat SALVADOR ESCODA AA 11 126	2	unitat
Sonda temperatura RESOL FKP 5,5	1	unitat
Sonda temperatura dels dipòsits RESOL FKP 150	1	unitat
Manòmetre SALVADOR ESCODA IM 30 503	2	unitat
Vàlvula antiretorn SALVADOR ESCODA	4	unitat
Vàlvula de tall de bola SALVADOR ESCODA	10	unitat
Vàlvula reductora de pressió EUROBRASS 1"	1	unitat
Embut de descàrrega SALVADOR ESCODA	1	unitat
Filtre partícules sòlides 1" SALVADOR ESCODA	1	unitat
Tub de coure 1" NACOBRE de 5 m	1	unitat
Abraçadora 1" AKO 04 TF 210	22	unitat
Lampista Oficial 1a	14	hores
Ajudant lampista	14	hores

*Taula 5- Partida d'ACS pel circuit geotèrmic*

## **9.- PRESSUPOST**

## Índex del Pressupost

9. Pressupost.....	453
9.1. Partides plaques tèrmiques .....	453
9.1.1. Partida 1: Energia Solar .....	453
9.1.2. Partida 2: ACS .....	455
9.1.3. Partida 3: Calefacció .....	456
9.1.4. Pressupost general plaques solars .....	457
9.2. Partides geotèrmia.....	458
9.2.1. Partida 1: Circuit geotèrmic.....	458
9.2.2. Partida 2: ACS .....	459
9.2.3. Pressupost general geotèrmia .....	460





## 9. Pressupost

### 9.1. Partides plaques tèrmiques

#### 9.1.1. Partida 1: Energia Solar

Els elements necessaris per la partida d'energia solar es mostren a la Taula 1.

Energia solar				
Descripció	Quantitat	Unitats	Preu/Unitat (€)	Total (€)
Col·lector solar TAKAMA T2-INOX	7	unitat	748,56 €	5.239,94 €
Dissipador SALVADOR ESCODA CE 19 912	1	unitat	544,13 €	544,13 €
Propilenglicol 25 L HARTGARD	1	litres	84,50 €	84,50 €
Grup Hidràulic ROCA KHS10	1	unitat	195,14 €	195,14 €
Vas d'expansió SALVADOR ESCODA 5 CMF	1	unitat	29,66 €	29,66 €
Tub de coure 1" NACOBRE	20	metres	30,61 €	612,27 €
Tub de coure ¾" NACOBRE	24	metres	20,08 €	481,97 €
Aïllament 28 X 19 ISOCELL	24	metres	4,11 €	98,62 €
Aïllament 48 X 9 ISOCELL	24	metres	4,27 €	102,59 €
Aïllament 22 X 19 ISOCELL	24	metres	4,39 €	105,32 €
Aïllament 42 X 9 ISOCELL	24	metres	3,68 €	88,22 €
Cinta adhesiva 33m DENSO PE 100	3	unitat	10,25 €	30,76 €
Tap ¾" NIBCO	8	unitat	1,13 €	9,00 €
Filtre partícules sòlides 1" SALVADOR ESCODA	3	unitat	13,30 €	39,90 €
Vàlvula bola SALVADOR ESCODA 1"	10	unitat	6,81 €	68,15 €
Vàlvula bola SALVADOR ESCODA ¾"	6	unitat	5,27 €	31,59 €
Vàlvula antiretorn SALVADOR ESCODA 1"	4	unitat	10,13 €	40,52 €
Electrovàlvula 3 vies SALVADOR ESCODA SF 20 EB 1"	2	unitat	47,13 €	94,27 €
Vàlvula d'equilibrat SALVADOR ESCODA STAD-20 ¾"	2	unitat	63,86 €	127,72 €
Vàlvula de seguretat ROCA 1"	1	unitat	40,68 €	40,68 €
Embut de descàrrega SALVADOR ESCODA 1"	1	unitat	10,28 €	10,28 €
Embut de descàrrega SALVADOR ESCODA ¾"	2	unitat	6,77 €	13,55 €
Purgador d'aire ROCA Flexvent	2	unitat	7,49 €	14,97 €
Centraleta de regulació RESOL Deltasol	1	unitat	416,10 €	416,10 €
Sonda temperatura RESOL FKP 150	1	unitat	39,18 €	39,18 €
Sensor radiació solar RESOL CS10	1	unitat	65,17 €	65,17 €
Manòmetre SALVADOR ESCODA IM 30 503	3	unitat	10,28 €	30,85 €
T 1" NIBCO	2	unitat	7,51 €	15,01 €
T ¾" NIBCO	3	unitat	6,14 €	18,43 €

9.Pressupost



Energia solar				
Descripció	Quantitat	Unitats	Preu/Unitat (€)	Total (€)
Colze 90° ¾" NIBCO	7	unitat	4,23 €	29,63 €
Abraçadora 1" AKO 04 TF 210	18	unitat	0,14 €	2,60 €
Abraçadora ¾" AKO 04 TF 208	24	unitat	3,07 €	73,60 €
Lampista Oficial 1a	30	hores	17,55 €	526,58 €
Ajudant lampista	30	hores	14,46 €	433,65 €
				9.803,03 €
Costos indirectes 3 %				294,09 €
<b>TOTAL PARTIDA</b>				<b>10.097,12 €</b>

Taula 1- Partida Energia Solar



### 9.1.2. Partida 2: ACS

Els elements necessaris per la partida d'ACS es mostren a la Taula 2.

ACS				
Descripció	Quantitat	Unitats	Preu/Unitat (€)	Total (€)
Dipòsit acumulador ACS SONNENKRAFT ELB200R2E	1	unitat	617,44 €	617,44 €
Sonda temperatura per dipòsits RESOL FKP 150	1	unitat	25,40 €	25,40 €
Manòmetre SALVADOR ESCODA IM 30 503	1	unitat	8,11 €	8,11 €
Vàlvula bola ROCA ¾"	4	unitat	6,81 €	27,26 €
Vàlvula antiretorn ROCA ¾"	3	unitat	7,03 €	21,09 €
Vàlvula de seguretat ROCA ¾"	1	unitat	40,68 €	40,68 €
Vàlvula reductora de pressió EUROBRASS ¾"	1	unitat	65,49 €	65,49 €
Embut de descàrrega SALVADOR ESCODA ¾"	1	unitat	10,28 €	10,28 €
Filtre partícules sòlides ¾" SALVADOR ESCODA	1	unitat	13,30 €	13,30 €
Tub de coure ¾" NACOBRE	1	unitat	30,61 €	30,61 €
Aïllament 22 X 19 ISOCELL	8	metres	4,39 €	35,11 €
Aïllament 42 X 9 ISOCELL	8	metres	3,68 €	29,41 €
Abraçadora 1" AKO 04 TF 210	7	unitat	0,18 €	1,23 €
Lampista Oficial 1a	15	hores	17,55 €	263,29 €
Ajudant lampista	15	hores	14,46 €	216,83 €
				1.405,51 €
Costos indirectes 3 %				42,17 €
<b>TOTAL PARTIDA</b>				<b>1.447,68 €</b>

Taula 2- Partida d'ACS



### 9.1.3. Partida 3: Calefacció

Els elements necessaris per la partida de calefacció es mostren a la Taula 3.

Calefacció				
Descripció	Quantitat	Unitats	Preu/Unitat (€)	Total (€)
Dipòsit acumulador IMMOSOLAR PS/GWT 1200 L	1	unitat	2.157,93 €	2.157,93 €
Sonda temperatura per dipòsits RESOL FKP 150	1	unitat	25,40 €	25,40 €
Manòmetre SALVADOR ESCODA IM 30 503	1	unitat	8,11 €	8,11 €
Vàlvula bola ROCA 1"	4	unitat	6,81 €	27,26 €
Vàlvula bola ROCA ¾"	1	unitat	5,27 €	5,27 €
Vàlvula antiretorn ROCA 1"	2	unitat	10,13 €	20,26 €
Vàlvula antiretorn ROCA ¾"	1	unitat	7,03 €	7,03 €
Vàlvula de seguretat ROCA 1"	1	unitat	40,68 €	40,68 €
Vàlvula reductora de pressió EUROBRASS 1"	1	unitat	65,49 €	65,49 €
Electrovàlvula 3 vies SALVADOR ESCODA SF 20 EB ¾"	1	unitat	35,68 €	35,68 €
Embut de descàrrega SALVADOR ESCODA 1"	1	unitat	10,28 €	10,28 €
Filtre partícules sòlides 1" SALVADOR ESCODA	1	unitat	13,30 €	13,30 €
Tub de coure 1" NACOBRE de 5 m	1	unitat	30,61 €	30,61 €
Aïllament 28 X 19 ISOCELL	10	metres	4,11 €	41,09 €
Aïllament 48 X 9 ISOCELL	10	metres	4,27 €	42,75 €
Abraçadora 1" AKO 04 TF 210	6	unitat	0,18 €	1,05 €
Lampista Oficial 1a	12	hores	17,55 €	210,63 €
Ajudant lampista	12	hores	14,46 €	173,46 €
				2.916,28 €
Costos indirectes 3 %				87,49 €
<b>TOTAL PARTIDA</b>				<b>3.003,76 €</b>

Taula 3- Partida de calefacció



#### 9.1.4. Pressupost general plaques solars

A continuació és detalla el pressupost per partides anteriorment detallades a la Taula 4.

Partides	Pressupost General	
	Concepte	Total (€)
1	Energia solar	10.097,12 €
2	ACS	1.447,68 €
3	Calefacció	3.003,76 €
<b>Total partides</b>		<b>14.548,56 €</b>

<b>Pressupost d'execució de material</b>	<b>14.548,56 €</b>
12 % despeses generals	1.745,83 €
6 % benefici industrial	872,91 €
Base Imposable	<b>17.167,30 €</b>
18 % IVA	3.090,11 €
<b>TOTAL PRESSUPOST</b>	<b>20.257,42 €</b>

	<b>Total (€)</b>
Total Pressupost	20.257,42 €
Subvenció	5.446,98 €
<b>PRESSUPOST FINAL</b>	<b>14.810,44 €</b>

Taula 4- Pressupost general plaques solars



## 9.2. Partides geotèrmia

### 9.2.1. Partida 1: Circuit geotèrmic

Els elements necessaris per la partida del circuit geotèrmic es mostren a la Taula 5.

Geotèrmia				
Descripció	Quantitat	Unitats	Preu/Unitat (€)	Total (€)
Bomba de calor IMMOSSOLAR IS_SW	1	unitat	8.569,75 €	8.569,75 €
Tub intercanviador geotèrmic UNIDELTA SÈRIE 5.0 40	200	metres	5,42 €	1.084,13 €
Centraleta de regulació VAILLANT CALOR MATIC 470	1	unitat	167,27 €	167,27 €
Sonda temperatura RESOL FKP 5,5	1	unitat	25,40 €	25,40 €
Pressòstat diferencial MACO PD 0004-3	2	unitat	40,27 €	80,54 €
Manòmetre SALVADOR ESCODA IM 30 503	1	unitat	8,11 €	8,11 €
Vàlvula de bola de tall SALVADOR ESCODA	5	unitat	22,30 €	111,51 €
Embut de descàrrega SALVADOR ESCODA	3	unitat	10,28 €	30,85 €
Oficial de 1ª	50	hores	39,24 €	1.961,75 €
Peó en règim general	50	hores	18,59 €	929,25 €
Moviment de terres i perforació	8,25	hores	820,84 €	6.771,91 €
				19.740,45 €
Costos indirectes 3 %				592,21 €
<b>TOTAL PARTIDA</b>				<b>20.332,66 €</b>

Taula 5- Partida del circuit geotèrmic



### 9.2.2. Partida 2: ACS

Els elements necessaris per la partida d'ACS del circuit geotèrmic es mostren la Taula 6.

ACS				
Descripció	Quantitat	Unitats	Preu/Unitat (€)	Total (€)
Dipòsit acumulador ACS Vaillant UNISTOR VIH R 150/5	1	unitat	722,75 €	722,75 €
Vàlvula de seguretat SALVADOR ESCODA AA 11 126	2	unitat	81,19 €	162,37 €
Sonda temperatura RESOL FKP 5,5	1	unitat	25,40 €	25,40 €
Sonda temperatura dels dipòsits RESOL FKP 150	1	unitat	25,40 €	25,40 €
Manòmetre SALVADOR ESCODA IM 30 503	2	unitat	8,11 €	16,21 €
Vàlvula antiretorn SALVADOR ESCODA	4	unitat	10,13 €	40,52 €
Vàlvula de tall de bola SALVADOR ESCODA	10	unitat	22,30 €	223,02 €
Vàlvula reductora de pressió EUROBRASS 1"	1	unitat	65,49 €	65,49 €
Embut de descàrrega SALVADOR ESCODA	1	unitat	10,28 €	10,28 €
Filtre partícules sòlides 1" SALVADOR ESCODA	1	unitat	13,30 €	13,30 €
Tub de coure 1" NACOBRE de 5 m	1	unitat	30,61 €	30,61 €
Abraçadora 1" AKO 04 TF 210	22	unitat	0,18 €	3,86 €
Lampista Oficial 1a	14	hores	17,55 €	245,74 €
Ajudant lampista	14	hores	14,46 €	202,37 €
				1.787,32 €
Costos indirectes 3 %				53,62 €
<b>TOTAL PARTIDA</b>				<b>1.840,94 €</b>

Taula 6- Partida d'ACS pel circuit geotèrmic



### 9.2.3. Pressupost general geotèrmia

A continuació és detalla el pressupost per partides anteriorment detallades a la Taula 7.

Partides	Pressupost General	
	Concepte	Total (€)
1	Geotèrmia	20.332,66 €
2	ACS	1.840,94 €
<b>Total partides</b>		<b>22.173,60 €</b>

<b>Pressupost d'execució de material</b>	<b>22.173,60 €</b>
12 % despeses generals	2.660,83 €
6 % benefici industrial	1.330,42 €
Base Imposable	<b>26.164,85 €</b>
18 % IVA	4.709,67 €
<b>TOTAL PRESSUPOST</b>	<b>30.874,52 €</b>

*Taula 7- Pressupost general geotèrmia*